



IPG Politécnico
| da | Guarda
Polytechnic
of Guarda

RELATÓRIO DE PROJETO

Licenciatura em Energia e Ambiente

Gustavo Emanuel da Silva Martins

dezembro | 2017





Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

PROJETO EM ENERGIA E
AMBIENTE - AVALIAÇÃO DA
QUALIDADE DA ÁGUA DE
FONTANÁRIOS NA FREGUESIA DE
MACINHATA DO VOUGA

Gustavo Emanuel da Silva Martins
RELATÓRIO FINAL DA UNIDADE CURRICULAR DE PROJETO

Dezembro 2017

IDENTIFICAÇÃO

Nome: Gustavo Emanuel da Silva Martins

Nacionalidade: Portuguesa

Morada: Rua do Emigrante, nº 1611, Jafafe de Cima

Telefone: 916071598

Correio eletrónico: gmartins1991@gmail.com

Número: 1010149

Curso: Energia e Ambiente

Grau: Licenciatura

Orientador: Professor Dr. Pedro Rodrigues

Instituição:

Instituto Politécnico da Guarda

Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Morada: Av. Dr. Francisco Sá Carneiro 50

6300 – 559 – Guarda

Telf: 271220100

Fax: 271220150

Correio Eletrónico: estg-geral@ipg.pt

Dados do Projeto:

- Início: 25-04-2017

- Fim: 03-07-2017

RESUMO

Este relatório foi elaborado no âmbito da unidade curricular de Projeto do 2º semestre do 3º ano da Licenciatura em Energia e Ambiente, e que consistiu na realização de um estudo de cariz ambiental com a duração de 3 meses.

O objetivo principal do estudo foi analisar a qualidade microbiológica e físico-química da água de seis fontanários da Freguesia de Macinhata do Vouga, na qual resido. Estes fontanários foram selecionados como sendo os mais usados pela população residente e não residente da freguesia em questão.

Para controlo da qualidade da água teve-se em conta os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, condutividade, catiões (sódio, potássio, cálcio e magnésio), aniões (fluoretos, cloretos, nitritos, brometos, nitratos, fosfatos, sulfatos). Relativamente aos parâmetros microbiológicos foram determinados os seguintes parâmetros: organismos viáveis a 22 e 37° C, Clostrídios, Estafilococos, Enterococos, E. Coli e Coliformes.

Para a realização das análises foram utilizadas três técnicas principais: cromatografia iónica, espectroscopia de absorção atómica por chama, e o método das membranas filtrantes.

ABSTRACT

This report was elaborated in the field of the Project curricular unit of the 2nd semester of the 3rd grade of the Energy and Environment degree, and consisted in the realization of a study of an environmental nature with a 3 months duration.

The main goal was to analyze the microbiological and physicochemical quality of the water from 6 springwater's from the village of Macinhata do Vouga, in which I live in.

These springwater's were selected based on the fact that are the most used by the population.

In order to control the quality of the water a few parameters were used, such as: pH, conductivity, cations (sodium, potassium, calcium and magnesium) and anions (fluorides, chlorides, nitrites, bromides, nitrates, phosphates and sulphates).

The microbiological parameters were the following: viable organisms at 22°C and 37°C, Clostridium, Staphylococcus, E. Coli and Coliforms.

In order of the realization of these analysis, 3 major techniques were used, these were: ion chromatography, flame atomic absorption and the method of filter membranes.

AGRADECIMENTOS

Como não podia deixar de ser, este trabalho não teria sido realizado sem ajudas de outrem.

Em primeiro lugar quero agradecer à minha família, nunca desistiram de me dar apoio em todas as fases, foram um pilar importante em todas as etapas.

Em segundo a uma pessoa muito importante na minha vida e que foi incansável, a minha namorada e amiga, Diana Salomé dos Santos Gomes.

Ao meu orientador Professor Pedro Rodrigues, por ter aceite desde logo fazer este projeto comigo e por toda a ajuda e orientação dada ao longo do mesmo.

Ao Ricardo Rodrigues, foi uma ajuda imprescindível, por vezes deixando de fazer o seu trabalho em auxílio do meu, nunca dizendo não, sempre me ajudou da melhor forma em todas as fases deste projeto.

A este Instituto Politécnico da Guarda por me ter proporcionado todas as condições e recursos à realização deste trabalho.

E um especial agradecimento e não menos importante, a todos os meus amigos que sempre me incentivaram a nunca desistir dos meus objetivos.

DEFINIÇÕES

Microrganismos viáveis: Todas as bactérias aeróbicas, leveduras e bolores capazes de formar colónias num meio de cultura aeróbico. O número de colónias, também designada por número de microrganismos viáveis, contagem total ou mesófilas a 37°C e 22°C, engloba um largo espectro de microrganismos heterotróficos, incluindo bactérias e fungos da flora microbiana natural da água (tipicamente não nocivos), e os que têm origem em diversas fontes de poluição. (APDA)

Escherichia coli: A *Escherichia coli* (E.coli) é a bactéria mais representativa do grupo das bactérias coliformes fecais. Esta bactéria tem a característica de ser altamente específica das fezes do homem e animais de sangue quente. Como não se multiplicam em ambiente aquático são utilizadas como indicadores específicos de poluição fecal. (APDA)

Clostridia: Indicador de uma poluição hídrica de origem fecal remota ou intermitente, devido aos longos períodos de permanência da água e de resíduos sedimentáveis, contendo esporos, em órgãos do sistema de armazenamento e distribuição, às condições de sobrevivência dos seus esporos, e também devido ao facto de não se multiplicarem na maioria dos ambientes aquáticos. (APDA)

Estafilococos: Cocos Gram-positivos, com agrupamento predominante em cacho, aeróbios e anaeróbios facultativos, produtores de catálase, pertencentes à família *Micrococcaceae* e ao género *Staphylococcus*, que crescem em meios seletivos adequados, quando incubados a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 48h.

Estafilococos produtores de coagulase: Bactérias que para além das características anteriores produzem enzimas que coagulam o plasma de certos animais.

Bactérias coliformes: As bactérias coliformes são um grupo de organismos que podem ser encontrados no solo, nas águas naturais e residuais domésticas e no intestino do homem e de outros animais de sangue quente, sendo que, as bactérias coliformes totais incluem as espécies fecais e as ambientais. A *Escherichia coli* (*E. coli*) e os coliformes fecais (ou termotolerantes) constituem um subgrupo das bactérias coliformes totais. Estas bactérias com capacidade de sobreviver e multiplicar-se na água, não sendo os melhores indicadores da presença de microrganismos patogénicos fecais, constituem um bom indicador do estado de higienização e de integridade dos sistemas de distribuição. (APDA)

Enterococos intestinais: Os Enterococos intestinais constituem um subgrupo de um grupo de organismos definidos como estreptococos fecais, compreendendo espécies do género *Streptococcus*. Este subgrupo é composto pelas espécies *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *E. durans* e *E. hirae*, e veio substituir o parâmetro indicador Estreptococos fecais, por ser mais específico de uma eventual poluição de origem fecal. No entanto, alguns enterococos intestinais, isolados na água, podem ocasionalmente também ser originários de outros habitats, incluindo o solo, na ausência de poluição fecal direta. Para além de indicadores de poluição fecal, são ainda considerados como bons indicadores após reparação ou intervenção no sistema de distribuição. (APDA)

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL ESTUDADO	13
3. IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE RECOLHA	14
3.1. Pontos de Recolha.....	14
3.2. Fontanários	15
3.3. Recolhas de amostras.....	21
4. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL	22
4.1. Técnicas utilizadas.....	22
4.1.1. Medição do pH.....	22
4.1.2 Medição da condutividade	23
4.1.3. Técnica da membrana filtrante	23
4.1.4. Espectroscopia de absorção atómica por chama.....	24
4.1.5. Cromatografia iónica	25
4.2. Parâmetros analisados.....	26
4.2.1. pH.....	26
4.2.2. Condutividade eléctrica	26
4.2.3. Parâmetros microbiológicos	27
4.2.3.1. Enumeração de microrganismos viáveis na água	27
4.2.3.2. Determinação de bactérias Coliformes e Escherichia Coli.....	28
4.2.3.3. Esporos de bactérias anaeróbias sulfito-redutoras (Clostridia).....	29
4.2.3.4. Detecção e enumeração dos Enterococos fecais.....	30
4.2.3.5. Quantificação de Estafilococos produtores ou não de coagulase	31
4.2.4 Análise de cationes (Cálcio, Magnésio, Potássio e Sódio).....	34
4.2.5 Análise de aniões (Fluoreto, Cloreto, Nitrito, Brometo, Nitrato, Fosfato, Sulfato)	35

5. RESULTADOS	36
5.1. Temperatura e precipitação.....	36
5.2. pH	37
5.3. Condutividade elétrica	38
5.4 Organismos viáveis a 22 e 37° C	39
5.5. E. coli e Coliformes	41
5.6. Clostrídios sulfito-redutores	43
5.7. Enterococos.....	44
5.8. Estafilococos.....	45
5.9. Catiões (Sódio, Potássio, Cálcio, Magnésio).....	46
5.10. Aniões (Fluoretos, Cloretos, Nitritos, Brometos, Nitratos, Fosfatos, Sulfatos) ..	49
6. CONCLUSÃO.....	53
7. BIBLIOGRAFIA	55
8. WEBGRAFIA	56
9. ANEXOS	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Macinhata do Vouga	13
Figura 2 - Localização dos pontos de recolha	14
Figura 3 - Fonte de Jafafe de Cima.....	15
Figura 4 - Fonte de Sernada do Vouga	16
Figura 5 - Fonte de Soutelo	17
Figura 6 - Fonte do Béco	18
Figura 7 - Fonte de Macinhata do Vouga	19
Figura 8 - Fonte de Serém	20
Figura 9 - Valores de pH para diferentes produtos.....	22
Figura 10 – Variação dos valores de pH nos seis fontanários	37
Figura 11 - Variação da condutividade nos seis fontanários	38
Figura 12 - Variação dos organismos viáveis a 22° C nos seis fontanários	40
Figura 13 - Variação dos organismos viáveis a 37° C nos seis fontanários	40
Figura 14 - Variação da E. coli nos seis fontanários	42
Figura 15 - Variação dos Coliformes nos seis fontanários	42
Figura 16 - Variação dos Clostrídios sulfito-redutores nos seis fontanários	43
Figura 17 - Variação dos Enterococos nos seis fontanários	44
Figura 18 - Variação dos Estafilococos nos seis fontanários	45
Figura 19 - Variação da concentração de sódio nos seis fontanários	47
Figura 20 - Variação da concentração de potássio nos seis fontanários.....	47
Figura 21 - Variação da concentração de cálcio nos seis fontanários	48
Figura 22 - Variação da concentração de magnésio nos seis fontanários.....	48
Figura 23 – Variação da concentração de fluoretos nos seis fontanários	50
Figura 24 – Variação da concentração de cloretos nos seis fontanários.....	51
Figura 25 – Variação da concentração de nitratos nos seis fontanários	51
Figura 26 – Variação da concentração de sulfatos nos seis fontanários.....	52
Figura 27 – Acidez e Alcalinidade dos solos.....	63

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da fonte de Jafafe de Cima.....	57
Tabela 2 - Resultados da fonte de Sernada do Vouga	58
Tabela 3 - Resultados da fonte de Soutelo.....	59
Tabela 4 - Resultados da fonte do Béco	60
Tabela 5 - Resultados da fonte de Macinhata do Vouga	61
Tabela 6 - Resultados da fonte de Serém.....	62

1. INTRODUÇÃO

Mais de 65% da superfície do planeta Terra está coberto por água, sendo que apenas aproximadamente 0,6% dessa água é potável (Portal do ambiente e do cidadão, algumas curiosidades sobre a água - 14/11/2017). A saúde humana pode ser severamente afetada por doenças de origem hídrica quer pela poluição química, quer pela poluição biológica que as águas transportam. Existem estimativas que apontam para que doenças relacionadas com a água causem cerca de 3,5 milhões de mortes por ano, das quais 361.000 são crianças menores de 5 anos. Por exemplo, estima-se que 88% das doenças gastrointestinais estão relacionadas com sistemas de abastecimento de água para consumo humano deficitários, má higiene e sistemas inadequados de saneamento básico. É amplamente conhecido que o fornecimento de água potável reduz a morbilidade por doenças gastrointestinais e que pode variar entre os 6 e os 25%, contudo cerca de 884 milhões de pessoas no mundo não têm ainda hoje acesso a água potável segura (Portal do ambiente e do cidadão, algumas curiosidades sobre a água – acesso em 14/11/2017).

Face aos números atrás referidos e que nos fazem pensar o quanto é importante e imprescindível termos acesso a água potável e no desperdício que muitas vezes cometemos conscientemente deste recurso tão em “vias de extinção”.

A escolha deste tema para a concretização da unidade curricular de Projeto não foi feita só porque tinha de fazer algo. Desde logo quis ter uma noção do comportamento das águas das fontes da minha freguesia, pois é constantemente utilizada por toda a população.

A qualidade da água dos fontanários é desvalorizada por grande parte da população, talvez por não quererem saber o veredicto com algum receio da gravidade, ou até mesmo sabendo do quanto não potável é a água, mas por sempre terem usufruído deste recurso e nada de anormal ter acontecido, preferem continuar a utilizá-la.

Neste projeto foi feita a análise das seis fontes mais importantes da freguesia, através do controlo de parâmetros físico-químicos e microbiológicos ao longo de um período de três meses.

Este trabalho está dividido em três partes, numa primeira parte é feita uma caracterização da área em estudo e uma breve caracterização dos fontanários. Na segunda parte é elaborada uma referência a todas as técnicas e processos utilizados, e na terceira, e última parte, é constituída pelos resultados e conclusões do trabalho.

2. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL ESTUDADO

Macinhata do Vouga é uma Freguesia que se localiza a noroeste do Concelho de Águeda, distrito de Aveiro, na zona centro de Portugal. É a terceira maior Freguesia do seu Concelho, com cerca de 40 km² de área e aproximadamente 3406 habitantes, o que corresponde a uma densidade populacional de 106,6 hab/km² (censos de 2011). Macinhata do Vouga tem como limites Vale Maior e Pessegueiro do Vouga a norte, Albergaria-a-Velha a noroeste, Préstimo a sul, Valongo do Vouga a sueste, Lamas do Vouga a sudoeste, Paradela do Vouga e Talhadas a nascente, Alquerubim a poente. Macinhata é ribeirinha da margem esquerda do rio Vouga e grande parte do seu território é zona florestal, que se estende à serra das Talhadas.

A Freguesia de Macinhata do Vouga tem como localidades os seguintes lugares: Macinhata do Vouga, Jafafe de Cima, Jafafe de Baixo, Sernada, Carvoeiro, Cavada Nova, Serém de Cima, Serém de Baixo, Lameiro, Pontilhão, Mesa do Vouga, Carvalhal da Portela (parte), Cavadas de Cima, Macida, Beco, Soutelo, Chãs, Mata do Carvoeiro, Alombada, Moita, Arrôta da Moita, Carvalhal, Cova e Póvoa.

A escolha desta freguesia para fazer a análise da qualidade da água em fontanários deve-se a ser o meu local de residência, sendo que com este estudo posso contribuir para a segurança e para o bem-estar da população.



Figura 1 – Localização de Macinhata do Vouga

3. IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE RECOLHA

3.1. Pontos de Recolha

As fontes onde foram feitas as análises das águas localizam-se em seis lugares da Freguesia de Macinhata do Vouga que são os seguintes: Jafafe de Cima, Sernada do Vouga, Soutelo, Béco, Macinhata do Vouga e Serém (Figura 2).

Os pontos de recolha das águas foram escolhidos por vários motivos, dos quais destacamos a disponibilidade de água nesses fontanários ao longo do estudo e a sua utilização frequente por parte da população. Outro motivo é a proximidade entre os fontanários, o que permite a facilidade na recolha e no transporte das amostras.

A água que provém destas fontes tem diferentes usos, como por exemplo, consumo humano, regar de terrenos agrícolas, abeberamento de animais, lavagem de carros e maquinaria agrícola, e duas destas fontes são ainda utilizadas para a lavagem de roupa, visto que se encontram perto de tanques de lavagem.

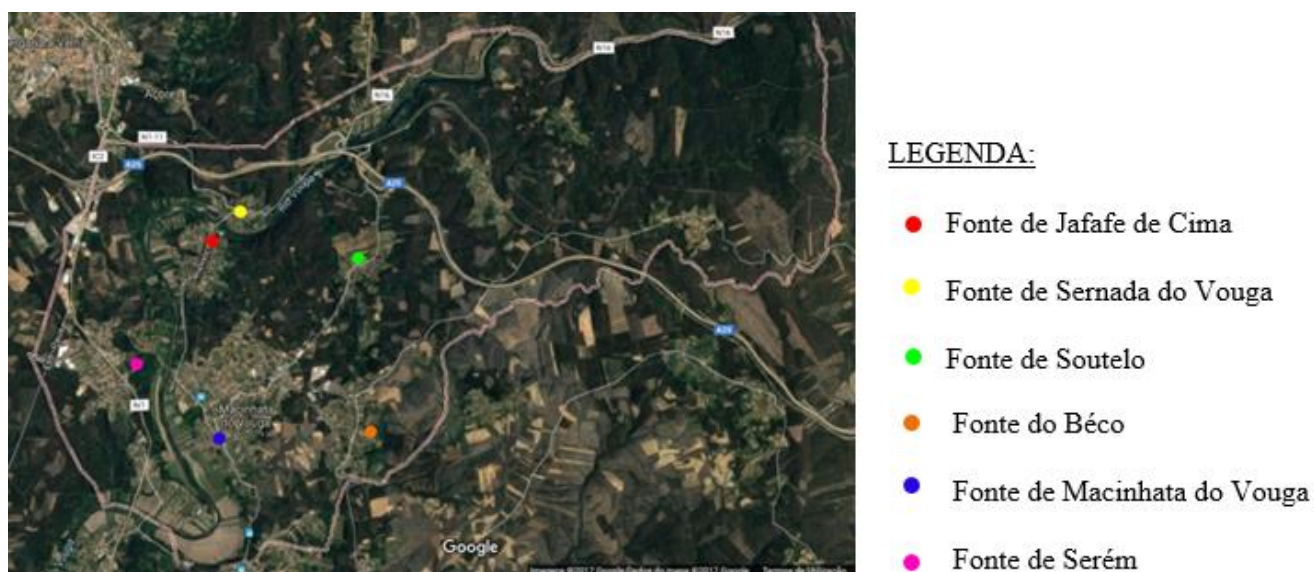


Figura 2 - Localização dos pontos de recolha

3.2. Fontanários

FONTE DE JAFÁFE DE CIMA



Figura 3 - Fonte de Jafafe de Cima

Coordenadas obtidas através do GPS	População servida	Usos da água
Rua de São Bento N40.668308 ⁰ W8.457005 ⁰	202 Habitantes	Consumo próprio, consumo doméstico, agricultura.

FONTE DE SERNADA DO VOUGA



Figura 4 - Fonte de Sernada do Vouga

Coordenadas obtidas através do GPS	População servida	Usos da água
Largo da Estação N40.672363 ⁰ W8.452992 ⁰	97 Habitantes	Consumo próprio, consumo doméstico, agricultura.

FONTE DE SOUTELO



Figura 5 - Fonte de Soutelo

Coordenadas obtidas através do GPS	População servida	Usos da água
Rua da Lavoura N40.666843 ⁰ W8.437178 ⁰	145 Habitantes	Consumo próprio, consumo doméstico, agricultura.

FONTE DO BÉCO



Figura 6 - Fonte do Béco

Coordenadas obtidas através do GPS	População servida	Usos da água
N40.650887 ⁰ W8.436405 ⁰	360 Habitantes	Consumo próprio, consumo doméstico, agricultura.

FONTE DE MACINHATA DO VOUGA



Figura 7 - Fonte de Macinhata do Vouga

Coordenadas obtidas através do GPS	População servida	Usos da água
Rua António Dias Marques N40.648827 ⁰ W8.455792 ⁰	711 Habitantes	Consumo próprio, consumo doméstico, agricultura.

FONTE DE SERÉM



Figura 8 - Fonte de Serém

Coordenadas obtidas através do GPS	População servida	Usos da água
N40.657047 ⁰ W8.466607 ⁰	519 Habitantes	Consumo próprio, consumo doméstico, agricultura.

3.3. Recolhas de amostras

Neste estudo foram realizadas quatro recolhas de amostras de água de cada um dos fontanários, todas efetuadas em 2017, em dias diferentes, sendo que a primeira recolha foi feita no dia 25 de abril, a segunda no dia 7 de maio, a terceira no dia 28 de maio e a quarta e última recolha foi feita no dia 3 de julho.

As amostras de cada fonte analisada foram recolhidas no mesmo dia, com diferença temporal entre elas de 5 a 15 minutos e foram analisadas o mais rápido possível, principalmente as análises microbiológicas, pois devem ser realizadas num prazo máximo de 24 horas. Quando não foi possível fazer as análises imediatamente, as amostras foram armazenadas no frigorífico, ao abrigo da luz solar de modo a que a sua composição não sofresse alterações.

Aquando da recolha deixou-se correr as primeiras águas da tubagem até que esta fosse toda substituída de modo a garantir que a água recolhida não estivesse afetada pelo contacto mais prolongado com a canalização do próprio fontanário. As amostras foram recolhidas e acondicionadas em recipientes apropriados e devidamente identificados. Os recipientes apresentavam as condições adequadas para a sua utilização, pois foram primeiramente lavados e depois esterilizados em autoclave. O transporte das amostras até ao laboratório foi feito respeitando sempre várias regras para que não houvesse alterações nas características das águas recolhidas, tais como, manter as amostras ao abrigo solar, conservar uma refrigeração de 4°C e evitar vibrações ou movimentos bruscos.

4. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

4.1. Técnicas utilizadas

4.1.1. Medição do pH

No estudo da qualidade da água para consumo humano o controlo do pH é de extrema importância em diversos processos biológicos e químicos, tal como na coagulação química, desinfecção, amaciamento e controlo de corrosão. Por estes motivos, é muito importante compreender os aspetos teóricos e práticos da determinação do pH.

O valor de pH indica-nos a concentração hidrogeniónica da água, em que neste caso as características geológicas de cada zona poderão ser um fator influenciável. O resultado do pH indica a acidez ou a alcalinidade da água. A escala do pH varia entre 0 e 14, sendo que um pH igual a 7,0 é uma solução neutra. O pH em águas para consumo humano deverá estar compreendido entre 6,5 e 9.

A técnica utilizada para estudo deste parâmetro foi a potenciometria em que esta se baseia na medida da diferença de potencial de uma célula eletroquímica na ausência de corrente. É um método utilizado para detetar diretamente um determinado constituinte em uma amostra, através da medida do potencial de um eletrodo seletivo a um determinado ião, neste caso o hidrogenião. Por se tratar de um equipamento simples, sendo constituído por um eletrodo de referência, um eletrodo indicador e um dispositivo para leitura do potencial, tornou-se um método difundido e confiável a ser aplicado nas volumetrias, em química analítica quantitativa.

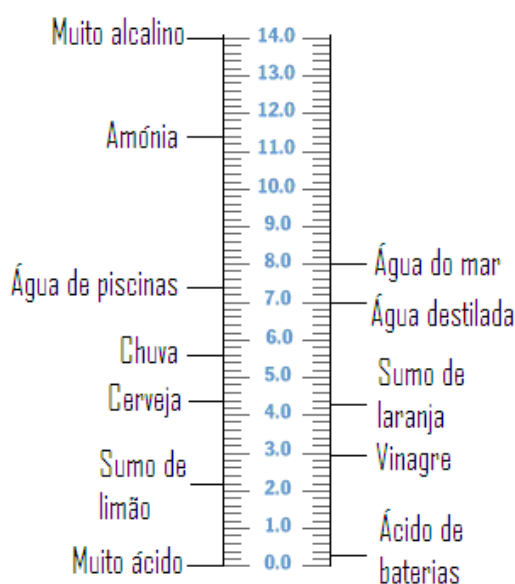


Figura 9 – Escala de pH com valores de referência de diversos produtos.

4.1.2 Medição da condutividade

A condutividade elétrica de uma água permite-nos avaliar com alguma rapidez o seu grau de mineralização, que resulta da conformidade entre o teor em sais minerais dissolvidos na água e a resistência que esta apresenta à passagem da corrente elétrica.

A origem dos sais presente na água é imensa. Parte destes pode resultar de processos de lixiviação de carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloretos, nitratos, cálcio, magnésio, sódio, potássio, entre outros presentes nos solos. Outra parte pode resultar de efluentes e resíduos agrícolas e/ou industriais que contaminam essas águas. Os valores de referência em águas de consumo são 2500 μ s.

A técnica utilizada é também a potenciometria.

4.1.3. Técnica da membrana filtrante

A técnica da membrana filtrante é um processo rápido e preciso para isolamento e identificação de colónias de bactérias. Esta técnica é realizada com o auxílio de uma bomba a vácuo, onde se filtra um volume de amostra através de uma membrana filtrante de 47 mm de diâmetro e 0,45 μ m ou 0.2 μ m de porosidade, consoante o tipo de bactérias que pretendemos identificar e quantificar. Posteriormente coloca-se a membrana sobre um meio de cultura seletivo, presente em placas de Petri, que irá permitir o crescimento microbiano e a sua posterior deteção. De forma a assegurar as condições ótimas de desenvolvimento microbiano colocam-se as placas de Petri em estufa durante um período de tempo (por norma 24 a 48 horas) e à temperatura adequada. Após esta última fase do processo, realiza-se a contagem de colónias caso se observe crescimento das mesmas sobre a membrana.

Mais á frente apresentarei detalhadamente todos os procedimentos e normas que esta técnica envolve.

4.1.4. Espectroscopia de absorção atômica por chama

A Espectroscopia de Absorção Atômica é uma técnica analítica de deteção qualitativa e quantitativa de determinados elementos, recorrendo à absorção de radiação pelos átomos no seu estado gasoso. Esta técnica permite determinar quantitativamente, com sensibilidade na gama de concentração do mg/L, mais de 60 elementos. A sua aplicação é apropriada a determinações de rotina mesmo com operadores relativamente pouco treinados (Skoog *et al.*, 1992).

Se a luz de um comprimento de onda específico atingir um átomo livre no seu estado fundamental, o átomo pode absorver essa luz, passando para o estado excitado por um processo denominado de absorção atômica.

Na absorção atômica a grandeza que interessa medir é a quantidade de radiação que é absorvida, ao comprimento de onda de ressonância de um determinado elemento, após atravessar uma nuvem de átomos. À medida que o número de átomos existentes no caminho que a luz atravessa aumenta, a quantidade de luz absorvida também aumenta de uma forma possível de prever. Medindo a quantidade de luz (ou radiação) absorvida, torna-se possível a determinação quantitativa do analíto (elemento) presente (Beatty e Kerber, 1993). A utilização de fontes de luz (lâmpada de cátodo) específicas e a seleção cuidadosa dos comprimentos de onda permite a determinação quantitativa de um determinado elemento na presença de outros. A nuvem atômica necessária às medições em absorção atômica é produzida através do fornecimento de energia térmica (chama) suficiente à amostra, de forma a permitir a dissociação dos compostos químicos, moléculas em átomos livres. Ao aspirar uma solução contendo a amostra e lançá-la numa chama devidamente alinhada relativamente ao feixe de luz do comprimento de onda de interesse, conseguimos atingir esse objetivo. Usando a chama em condições adequadas a maioria dos átomos mantém-se no seu estado fundamental ficando aptos a absorver energia ao comprimento de onda característico de uma fonte (lâmpada de cátodo) (Beatty e Kerber, 1993).

4.1.5. Cromatografia iónica

A cromatografia iónica foi introduzida em 1975 por Stevens e Bauman como um método analítico novo. Num curto espaço de tempo, a cromatografia iónica passou de uma técnica detetável de alguns aniões e catiões inorgânicos específicos para uma técnica analítica mais versátil que permite a deteção de espécies iónicas em geral. Para uma eficiente deteção dos iões, através da sua condutividade elétrica, o efluente separado através da coluna passa por uma coluna supressora. Esta coluna supressora reduz quimicamente a condutância do eluente e simultaneamente aumenta a condutância elétrica dos iões presentes na amostra. Como pré-requisito para esta técnica cromatográfica, as resinas utilizadas devem possuir baixa capacidade de troca iónica, de modo a que os eluentes utilizados possuam baixa força iónica. Além do mais, os iões do eluente devem possuir condutâncias equivalentes baixas, permitindo a deteção sensível dos componentes da amostra.

Esta técnica permite de forma rápida e simples a determinação de aniões tais como, Fluoretos, Cloretos, Nitritos, Brometos, Nitratos, Fosfatos, Sulfatos.

4.2. Parâmetros analisados

4.2.1. pH

A determinação do pH nas amostras foi feita utilizando um potenciómetro e um eléctrodo sensível ao ião H^+ , obedecendo a vários passos, tais como:

- 1º** Ligar o medidor de pH e o computador para recolha de dados
- 2º** Introduzir o eléctrodo na 1ª solução tampão, correspondente a um pH = 7.
- 3º** Retirar o eléctrodo, assim que o valor estabilizar e limpá-lo com água e papel absorvente.
- 4º** Introduzir o eléctrodo na 2ª solução tampão, correspondente a um pH = 4.
- 5º** Retirar o eléctrodo, assim que o valor estabilizar e limpá-lo com água e papel absorvente.
- 6º** Introduzir o eléctrodo na amostra, assim que o valor estabilizar, fazer a leitura do pH.
- 7º** Repetir este último passo para as restantes amostras, entre cada uma delas limpar bem o eléctrodo com água e papel absorvente, para que não haja contaminação entre amostras.

4.2.2. Condutividade eléctrica

A determinação da condutividade nas amostras foi realizada com a utilização de um condutivímetro com sonda, obedecendo a vários passos:

- 1º** Ligar o aparelho.
- 2º** Calibrar o aparelho através da introdução da sonda numa solução de calibração, 0.1M de KCL, com uma condutividade de $12.85\mu S$ e esperar até o aparelho estabilizar nesse valor.
- 3º** Introduzir a sonda em cada amostra e esperar que o valor da condutividade estabilize, registar esse valor. No intervalo de cada amostra lavar a sonda com água e papel absorvente.

4.2.3. Parâmetros microbiológicos

4.2.3.1. Enumeração de microrganismos viáveis na água: Contagem de colónias usando o método de sementeira em meio (Water Place Count Agar) – Norma ISO 6222

PROCEDIMENTO: Preparar 2 caixas de Petri com diâmetro de 90 mm, vazias e esterilizadas, e colocar em cada uma delas 1ml de amostra, adicionar 15 a 20 ml de meio fundido (Water Place Count Agar) termostatzado a $45\pm 1^{\circ}\text{C}$ e misturar com movimentos em rotação. Deixar o meio solidificar, inverter a placa e incubar a $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante $68\pm 4\text{h}$ e inverter a outra placa e incubar a $36\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante $44\pm 4\text{h}$. Examinar cada uma das placas logo após a remoção da estufa, caso não seja possível armazenar a $5\pm 3^{\circ}\text{C}$ e examinar dentro de 48h. Contar as colónias presentes nas placas e calcular a estimativa do número de unidades formadoras de colónias presentes em cada amostra. Expressar os resultados do número de unidades formadoras de colónias por mililitro (UFC/ml). Caso não haja formação de colónias deve-se expressar os resultados como não detetado.

EQUIPAMENTO: Equipamento de esterilização (autoclave), estufa de incubação, caixas de Petri, equipamento de contagem de colónias.

MEIOS DE CULTURA E REAGENTES:

- Composição de Water Place Count Agar – 3g de extrato de levedura, 6g de tripton, 15g de agar, 1L de água destilada.
- Preparação – Dissolver 42g em 1L de água destilada aquecida. Ajustar o pH, se necessário, de modo a que após a esterilização seja igual a $7,2\pm 0,2$ a 25°C . Distribuir 15 a 20 ml em cada tubo, frasco ou recipiente. Esterilizar no autoclave a $121\pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 15 ± 1 minuto. Antes de se utilizar, fundir o meio e deixar arrefecer mantendo a uma temperatura de $45\pm 1^{\circ}\text{C}$ usando o banho-maria. É aconselhável que o armazenamento do meio não seja superior a 4h à temperatura de 45°C , caso o seja então deve ser inutilizado.

4.2.3.2. Determinação de bactérias Coliformes e Escherichia Coli – Norma ISO 9308-1:2000

PROCEDIMENTO: Numa rampa de filtração, efetuar a passagem de 100 ml de amostra através de uma membrana esterilizada, com porosidade de 0,45µm e com 47 mm de diâmetro. Transferir a membrana para o meio de cultura seletivo de Chromocult Coliform Agar e incubar as placas em posição invertida a $37\pm1^{\circ}\text{C}$ durante $48\pm4\text{h}$. Observar se há crescimento de colónias e contabilizar todas as colónias de cor roxa/avermelhada como coliformes e as colónias azuladas como E.coli.

EQUIPAMENTO: Equipamento de esterilização (autoclave), placa de aquecimento, rampa de filtração, membranas filtrantes esterilizadas de poro 0,45µm, estufa de incubação, placas de Petri

MEIO DE CULTURA:

➤ Preparação – Dissolver 26,5g de meio Chromocult em 1L de água destilada aquecida. Deixar arrefecer em banho maria até aos $45 - 50^{\circ}\text{C}$. Ajustar o pH a 6,6 – 7,0 a 25°C . Repartir em volumes de 18 ml por caixas Petri. Conservar no frigorífico entre 4 a 5°C

4.2.3.3. Esporos de bactérias anaeróbias sulfito-redutoras (Clostridia) – Norma NP EN 26 461-2:1994

PROCEDIMENTO: Aquecer a amostra de água a $75\pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 15 minutos de modo a que qualquer bactéria em estado vegetativo que se encontre na água seja destruída ficando assim os esporos de bactérias sulfito-redutoras. Filtrar a amostra através de uma membrana esterilizada e certificada, com dimensão de 47 mm e um diâmetro de poro de $0,2\mu\text{m}$. Colocar a membrana com a face superior voltada para baixo no meio de TSC Agar. Incubar a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 20 ± 4 e 44 ± 4 h em condições anaeróbicas. Após o período de incubação, contar o número de colónias pretas.

EQUIPAMENTO: Equipamento de esterilização (autoclave), banho de água, rampa de filtração, membranas filtrantes esterilizadas de poro $0,2\mu\text{m}$, estufa de incubação, placas de Petri

MEIOS DE CULTURA E REAGENTES:

- Composição de TSC Agar – 15g de triptose, 5g de peptona de farinha de soja, 5g de extrato de levedura, 1g de dissulfito de sódio, 1g de citrato de ferro (III) e de amónio e 12g de Agar.
- Preparação – Dissolver 39g de TSC em 1L de água destilada aquecida. Ajustar o pH a $7,6\pm 0,1$ a 25°C , esterilizar no autoclave durante 15 minutos a $121\pm 1^{\circ}\text{C}$ e depois de arrefecer até aproximadamente os 45°C , repartir cerca de 18 ml por cada caixa de Petri. Conservar no frigorífico entre 4 a 5°C . O prazo de validade é de duas semanas.

4.2.3.4. Detecção e enumeração dos Enterococos fecais – Norma ISO 7899-2:2000

PROCEDIMENTO: Filtrar 100 ml de amostra através de uma membrana com uma porosidade de 0,45µm. Transferir a membrana para o meio de cultura Slanetz and Barthley Agar e incubar a 36±2°C durante 48h. Caso exista formação de colónias vermelhas, castanhas ou rosa no centro de cada colónia ou em toda a colónia, então o resultado apresenta-se positivo. Caso contrário, o resultado verifica-se como negativo. Sendo o resultado positivo, transfere-se a membrana para o meio Bile Aesculin Azide Agar, pré aquecido a 44°C e incuba-se a 44±0,5°C durante 2h. O teste de confirmação é positivo se houver formação de colónias castanhas-amareladas com tendência a preto.

EQUIPAMENTO: Equipamento de esterilização (autoclave), placa de aquecimento, rampa de filtração, membranas filtrantes esterilizadas de poro 0,45µm, estufa de incubação, placas de Petri

MEIOS DE CULTURA E REAGENTES:

✓ Meio Slanetz e Bartley – Meio Basal

➤ Composição – 20g de triptose, 5g de extrato de levedura, 2g de glucose, 4g de hidrogenofosfato de potássio, 0,4g de azida sódica, 0,1g de cloreto de tetrazolio e 10g de agar.

➤ Preparação – Dissolver 42g do meio de Slanetz e Bartley em 1L de água destilada aquecida. Depois a dissolução completa, aquecer sem deixar levantar levedura. Arrefecer até 50 a 60°C. Colocar o preparado em caixas de Petri com 5 mm no mínimo e deixar arrefecer, numa superfície horizontal.

✓ Biles esculina azida agar

➤ Composição – 17g de peptona de caseína, 5g de extrato de carne, 3g de peptona, 10g de bile desidratada, 5g de cloreto de sódio, 1g de esculina, 0,5g de amónio ferro III citrato, 0,15g de azida sódica e 13g de agar-agar.

➤ **Preparação** – Dissolver 54,65g de biles esculina azida agar em 1L de água destilada aquecida. Ajustar o pH de modo a que após a esterilização o pH seja de $7,1 \pm 0,1$ a 25°C . Esterilizar durante 15 minutos a $121 \pm 3^{\circ}\text{C}$. Deixar arrefecer até aos 50 a 60°C e espalhar nas caixas de Petri até uma altura de 3 a 5mm e deixar arrefecer, numa superfície horizontal. As placas podem ser armazenadas a $5 \pm 3^{\circ}\text{C}$ mais de 2 semanas.

4.2.3.5. Quantificação de Estafilococos produtores ou não de coagulase – Norma NP 4343:1998

PROCEDIMENTO: Filtrar 100 ml de amostra através de membrana com porosidade de $0,45\mu\text{m}$ e com 47 mm de diâmetro. Transferir a membrana para o meio de cultura seletivo de Chapman e incubar as placas em posição invertida a $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante $48 \pm 4\text{h}$. Observar se há crescimento de colónias. Inocular 3 colónias amarelas ou brancas, com ou sem halo amarelo, para um meio não seletivo. Não considerar as colónias mucosas, pois correspondem a bactérias do género *Bacillus*. Incubar a $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante $24 \pm 4\text{h}$ e efetuar a coloração de Gram. Selecionar os cocos Gram positivos para realizar os três testes bioquímicos: pesquisa de catalase, determinação do tipo respiratório e pesquisa de coagulase.

➤ **Pesquisa de Catalase** – Colocar uma gota de peróxido de hidrogénio sobre uma lâmina, inocular uma colónia e coloca-la em contacto com o reagente. Caso haja formação de bolhas de oxigénio, então a reação à catalase é positiva, caso contrário a catalase é negativa.

➤ **Determinação de tipo respiratório** – Regenerar o meio semi-sólido de extrato de carne e levedura, anteriormente distribuído por tubos de ensaio durante 15 minutos. Manter os tubos a $45 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Inocular uma colónia, com uma Pipeta Pasteur fechada, toda a altura do meio, com movimento helicoidal, de baixo para cima. Solidificar o meio, mergulhando os tubos em água fria e incubar a $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante $24 \pm 4\text{h}$. Como os Estafilococos são bactérias aeróbias e anaeróbias facultativas verifica-se um crescimento em todo o meio.

➤ **Pesquisa de Coagulase** – Transferir todas as colónias de Estafilococos para tubos que contêm Plasma de Coelho com EDTA e incubar a $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante $24 \pm 4\text{h}$. Caso se verifique formação de um coágulo, então o resultado é positivo, caso não se verifique coágulo então o resultado apresenta-se negativo.

Expressão de resultados:

$$N = \frac{n \times 100}{V} \times f$$

N – Número de Estafilococos em 100 ml da amostra

n – Número de colónias identificadas como Estafilococos

f – Taxa de diluição

V – Volume de amostra filtrada ou da sua diluição

EQUIPAMENTO: Equipamento de esterilização (autoclave), rampa de filtração, membranas filtrantes esterilizadas de poro 0,45µm, estufa de incubação, placas de Petri, tubos de ensaio, pipeta Pasteur fechada, lâmina.

MEIOS DE CULTURA E REAGENTES:

✓ Meio seletivo de isolamento Manitol Salt Agar

➤ Composição – 1g de extrato de carne, 10g de peptona, 75g de cloreto de sódio, 10g de Manitol, 0,025g de vermelho de fenol e 15g de agar.

➤ Preparação – Dissolver o meio completo desidratado ou os seus componentes em 1L de água destilada. Aquece-se à ebulição até se dissolver completamente. Ajustar, se necessário, o pH de modo a que depois da esterilização este seja de 7,4±0,1 a 25°C. Esteriliza-se no autoclave a 121±1°C durante 15 minutos.

✓ Meio não seletivo de isolamento – Meio nutritivo gelosado

➤ Composição – 1g de extrato de carne, 2g de extrato de levedura, 5g de peptona, 5g de cloreto de sódio, 15g de agar e 1L de água.

➤ Preparação: Dissolver o meio completo ou os seus componentes em 1L de água destilada. Aquecer até se dissolver completamente. Ajustar, se necessário, o pH de modo a que depois da esterilização seja igual a 7,4±0,2 a 25°C. Esteriliza-se no autoclave a 121±1°C durante 15 minutos.

✓ Meio semi-sólido de carne e levedura ou M.E.V.A.G.

➤ Composição – 10g de triptona, 3g de extrato de carne, 6g de extrato de levedura, 2g de glicose, 5g de cloreto de sódio, 0,3g de hidrocloreto de cisteína, 6g de agar e 1L de água.

➤ Preparação – Dissolver o meio desidratado ou os seus componentes em 1L de água destilada. Aquecer, agitando sempre, até se dissolver completamente. Ajustar o pH de modo a que depois da esterilização seja $7,2 \pm 0,2$ a 25°C . Distribuir em volumes de 7ml por tubos finos. Esterilizar no autoclave a $121 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 15 minutos.

REAGENTES:

- Peróxido de hidrogénio – Solução aquosa de peróxido de hidrogénio a 30g L^{-1} .
- Reagente para coagulase – Plasma de coelho com EDTA.

4.2.4 Análise de catiões (Cálcio, Magnésio, Potássio e Sódio)

Os padrões foram preparados no laboratório em balões de 50 ml, com 1% de ácido clorídrico e com o volume certo para cada elemento a analisar, retirado da solução stock de 1000 µg/L e completado com água até ao volume de 50ml. Para o catião Cálcio tínhamos concentrações de 0,5; 1; 4; e 6 mg/L, para o Magnésio concentrações de 0,2; 0,5; 1; 2 mg/L, para o Potássio concentrações de 0,5; 1; 2; e 3 mg/L, e para o Sódio concentrações de 1; 2; 4; e 10 mg/L.

Na preparação das amostras, estas foram acidificadas a 1% num balão de 100 ml (adicionou-se 1 ml de ácido clorídrico), depois ajustamos o volume com a nossa amostra. Este processo realizou-se de igual forma para cada amostra.

Em algumas situações tivemos que fazer uma diluição de 5x, pois a concentração do catião na amostra era maior que a maior do valor padrão preparado.

Para análise destes compostos foi usada a espectroscopia de absorção atômica com atomização por chama. O primeiro passo foi injetar os padrões preparados anteriormente, e a partir da medição da absorvância e da respetiva concentração determinou-se a curva de calibração. Por último este mesmo processo foi realizado para cada amostra preparada previamente, e determinou-se a absorvância de cada uma delas, onde através da curva de calibração, obtivemos as concentrações de cada amostra.

4.2.5 Análise de aniões (Fluoreto, Cloreto, Nitrito, Brometo, Nitrato, Fosfato, Sulfato)

➤ Preparação da solução concentrada de Carbonato de sódio/hidrogenocarbonato de sódio – Colocar 28,6g de carbonato de sódio e 8,4g de hidrogenocarbonato de sódio, num balão volumétrico de 1L. Dissolver em água e diluir o volume com água. A solução contém 0,27mol/L de carbonato de sódio e 0,1mol/L de hidrogenocarbonato de sódio.

➤ Preparação da solução do eluente – Retirar 10 ml da solução preparada anteriormente e colocar num balão volumétrico de 1000 ml e diluir o volume com água.

➤ Preparação da solução stock – Esta já se encontrava preparada anteriormente no laboratório, com concentração de 1g/L, contendo os iões Fluoreto, Cloreto, Nitrito, Brometo, Nitrato, Fosfato, Sulfato.

➤ Preparação das soluções padrão – Em 6 balões volumétricos de 100ml colocar em cada um deles um volume de 10μL, 20μL, 100μL, 200μL, 500μL, 1000μL, respetivamente, retirado da solução stock. Ajustar o volume em cada balão com água destilada, obtendo assim as concentrações de 0,1 mg/L; 0,2 mg/L; 1 mg/L; 2 mg/L; 5 mg/L; 10 mg/L, respetivamente para cada padrão.

➤ Após a preparação das nossas soluções padrão, configuramos o cromatógrafo e procedemos à sua calibração utilizando as nossas soluções padrão preparadas anteriormente, injetando uma de cada vez e aguardando entre cada uma delas um período de tempo de 13minutos. De seguida proceder à injeção das nossas amostras e aguardando o mesmo tempo entre cada injeção. A identificação dos picos de cada anião é efetuada por comparação com os tempos de retenção dos padrões e a curva de calibração é construída através do programa PeakNet que permite calcular as áreas dos picos obtidos.

5. RESULTADOS

5.1. Temperatura e precipitação

A precipitação tem uma influência significativa na vida das sociedades modernas e nos seus mais diversos sectores, como, por exemplo, na agricultura, no abastecimento público de água, na produção de energia, na indústria, ou no turismo e nos ecossistemas naturais. Associado à precipitação, a temperatura é um dos aspetos mais relevantes para a caracterização do clima de uma região. Deste modo, a precipitação e a temperatura são dois indicadores meteorológicos que influenciam direta e indiretamente as características físico-químicas e microbiológicas das águas, podendo contribuir para alterar a qualidade das mesmas.

A precipitação influencia diretamente tanto o caudal dos fontanários como a sua qualidade, podendo os fontanários apresentar um caudal mais significativo após dias de maior precipitação, assim como apresentarem um caudal mais reduzido em períodos de maior sequia. Deste modo, este índice meteorológico desencadeia processos erosivos que aumentam o teor de matéria orgânica nas águas, uma vez que durante as precipitações ocorrem infiltrações de água de escoamento superficial nas linhas de águas superficiais, sub-superficiais e subterrâneas, havendo assim um arrastamento e posteriormente uma diluição de substâncias químicas que afetarão a qualidade da água.

Em relação ao parâmetro temperatura, este varia de acordo com a época do ano e determina a velocidade das reações químicas, podendo contribuir para o aparecimento de microrganismos e intensificação das características organoléticas.

No que se refere às recolhas das amostras de água, podemos salientar que antes da primeira recolha não choveu significativamente e a temperatura atmosférica rondou os 19 °C. Antes da segunda, choveu nos dois dias anteriores e a temperatura atmosférica rondou também como na primeira os 19 °C. Na terceira, não choveu nos dias anteriores e a temperatura atmosférica rondou os 20 °C. Na última análise choveu minimamente nos três dias antes da recolha e a temperatura atmosférica rondou os 24 °C.

5.2. pH

Observando a Figura 10, verifica-se que o pH apresenta ao longo do tempo, para cada um dos fontanários, um comportamento semelhante entre cada análise. Verifica-se uma clara diferença da água do fontanário de Sernada do Vouga uma vez que é o único que apresenta valores claramente superiores a 7. Este valor de pH poderá estar relacionado, possivelmente, com o facto de a água deste fontanário ser canalizada desde a nascente até ao ponto de recolha. Todas as outras águas dos restantes fontanários apresentam valores de pH entre os valores 4,7 e 6,2.

Segundo a carta do “Atlas do Ambiente Digital – Instituto do Ambiente”, o pH dos solos nesta zona é compreendido entre 4,6 e 5,5 (ver carta em anexo), o que poderá explicar os valores de pH encontrados nas águas dos fontanários.

Como ponto de referência, é de referir que o Decreto-Lei n.º 306/2007, o pH da água para consumo humano deve situar-se entre 6,5 e 9. Conclui-se assim que a água de todas as fontes, á exceção da fonte de Sernada do Vouga, não cumprem os valores regulamentares.

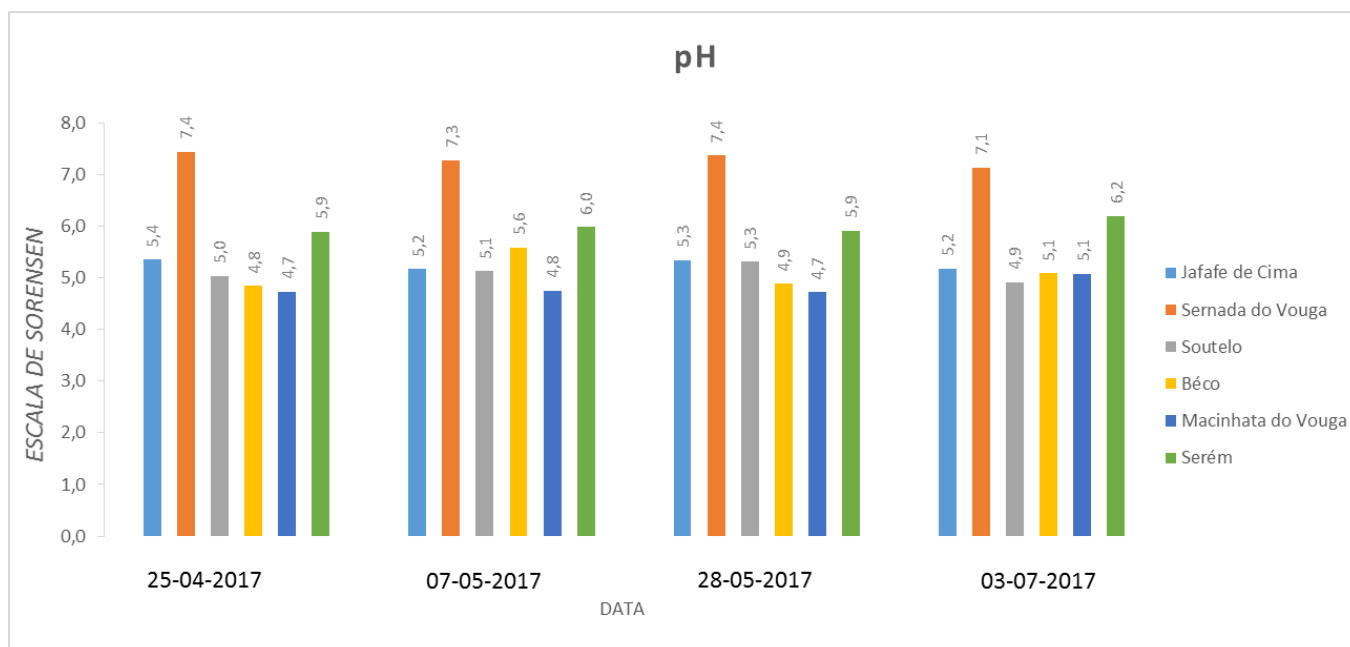


Figura 10 – Variação dos valores de pH nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

5.3. Condutividade elétrica

Os resultados da condutividade elétrica (Figura 11) evidenciam, para cada uma das fontes analisadas, uma variação relativamente pequena para as 4 amostragens realizadas. O valor de condutividade em cada fontanário não sofre alterações significativas entre a primeira recolha em maio e a última recolha em julho. As fontes do Béco e de Serém são as que apresentam valores mais elevados (com oscilações entre os 269 e os 324 $\mu\text{S}/\text{cm}$), por sua vez a fonte de Soutelo é a que apresenta uma condutividade mais baixa (entre 85,9 e 94,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Estes resultados demonstram que as águas são, no geral, pouco mineralizadas. Em relação aos valores legislados para a água de consumo humano, concluímos que estas se encontram dentro dos valores regulamentares, pois o limite para a condutividade é de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

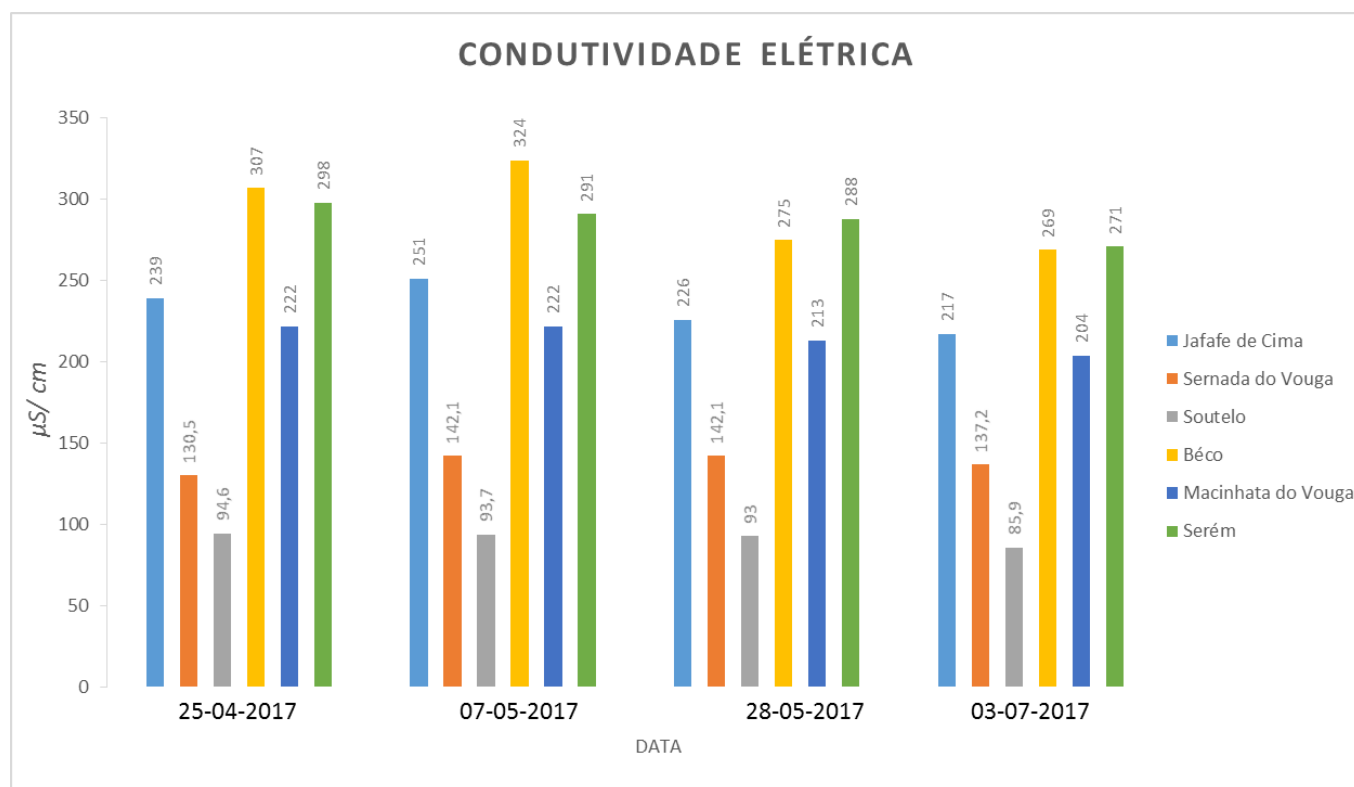


Figura 11 - Variação da condutividade elétrica nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

5.4 Organismos viáveis a 22 e 37° C

O número de microrganismos viáveis a 22 e 37° C abrange um vasto espectro de microrganismos heterotróficos, incluindo bactérias e fungos da flora microbiana natural da água (caracteristicamente não nocivos), e os que têm origem em diversas fontes de poluição.

Alguns destes organismos têm a capacidade de se multiplicar na água e em superfícies em contacto com a água, tendo uma capacidade de proliferarem em algumas das etapas do tratamento. Os principais fatores determinantes para o seu crescimento na água são a temperatura, a disponibilidade de nutrientes, incluindo o carbono orgânico, a ausência de desinfetante e a estagnação da água. A sua pesquisa tem pouco valor como indicador da presença de organismos patogénicos, mas pode ser muito útil na monitorização operacional como indicador da eficiência do tratamento e da desinfeção da água (APDA).

Em observação à Figura 12, podemos dizer que as fontes que mais se destacam são a de Jafafe de Cima, a de Soutelo e a do Béco, apresentando grande percentagem de organismos viáveis a 22 °C, superior a 100. Houve um aumento significativo da primeira para a segunda e terceira análise, este fenómeno poderá ter acontecido devido ao aumento significativo da temperatura, ou até mesmo por ter chovido logo após a esse aumento de temperatura, havendo assim um arrastamento de nutrientes para as linhas de água destas fontes. Sabe-se que nesta altura houve também uma grande atividade agrícola nesta região, o que poderá ter influenciado também este crescimento. Na quarta e última análise, observa-se já um decréscimo deste parâmetro. Tendo em consideração a legislação, podemos concluir que as águas das fontes de Jafafe de cima, Soutelo e Béco apresentaram numa das análises valores superiores ao limite imposto no Decreto-Lei nº 306/2007, que é de 100 UFC/ml.

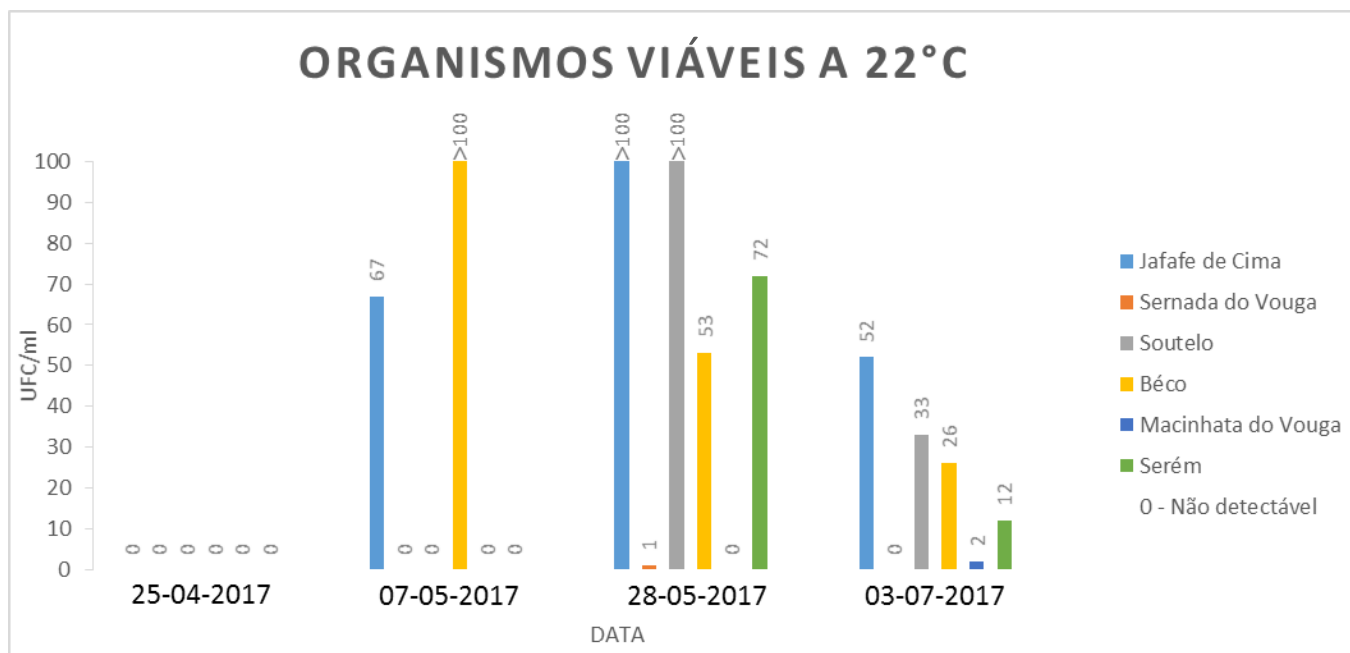


Figura 12 - Variação dos organismos viáveis a 22° C nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

No que se refere aos organismos viáveis a 37 °C (Figura 13) a fonte que mais se destaca é a de Soutelo, apresentando um valor superior a 100. Mas tendo em consideração o Decreto-Lei nº 306/2007, que impõe um valor limite para os organismos viáveis a 37 °C, de 20 UFC/ml, podemos concluir que as fontes de Jafafe de Cima e do Béco também se encontram fora desse limite. Sendo assim só as restantes fontes se encontram dentro dos valores limites.

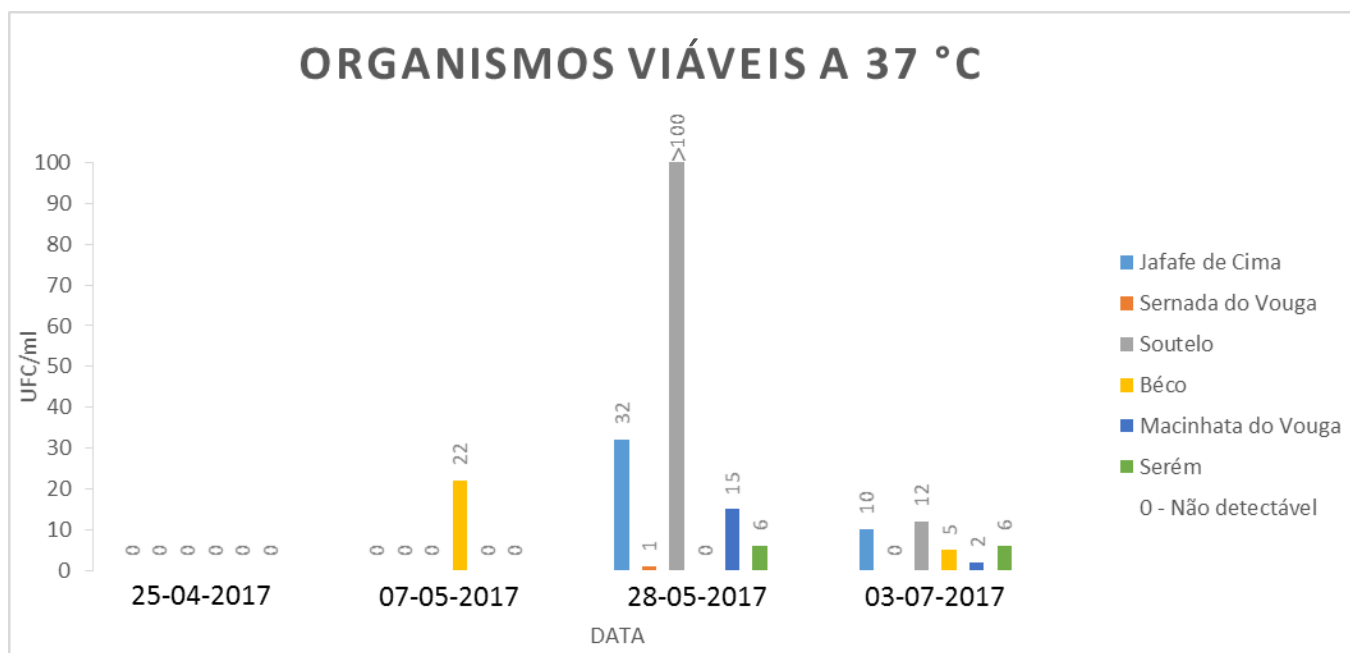


Figura 13 - Variação dos organismos viáveis a 37° C nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

5.5. *E. coli* e Coliformes

As bactérias coliformes são um grupo de organismos que podem ser encontrados no solo, nas águas naturais e residuais, assim como no intestino do homem e de outros animais de sangue quente, sendo que, as bactérias coliformes totais incluem as espécies fecais e as ambientais. A *Escherichia coli* (*E. coli*) e os coliformes fecais (ou termotolerantes) constituem um subgrupo das bactérias coliformes totais. Estas bactérias com a capacidade de sobreviver e de se multiplicar na água, não sendo os melhores indicadores da presença de microrganismos patogénicos fecais, constituem um bom indicador do estado de higienização e de integridade dos sistemas de distribuição. (APDA)

A análise da Figura 14, relativa aos resultados obtidos para a *E. coli* permite observar o crescimento bacteriano em todas as fontes, com exceção da fonte de Sernada do Vouga que se mantém ao longo do tempo sem crescimento bacteriano (0/100ml). As fontes do Béco e de Macinhata do Vouga apresentam em todas as análises a presença de *E. coli*. Uma explicação para o aparecimento de crescimento bacteriano de *E.coli* e coliformes pode ser a grande atividade agrícola e uma grande exploração e criação animal, em especial de gado bovino. Estas duas atividades influenciam em grande parte os resultados microbiológicos obtidos neste estudo. As descargas de resíduos provenientes da criação animal é muitas vezes usada para fins agrícolas, deste modo assim que ocorra alguma precipitação ou a própria rega dos campos agrícolas irá provocar um arrastamento destes resíduos para as linhas de água e para os lençóis freáticos, contribuindo para a degradação da qualidade química e microbiológica das águas e podendo condicionar a qualidade das fontes.

Em relação à Figura 15, verifica-se a presença de um crescimento muito significativo em praticamente todas as análises efetuadas, o qual pode estar associado às práticas agrícolas anteriormente referidas.

Quer para a *E. coli* quer para os Coliformes, o valor limite imposto pelo Decreto-Lei n.º 306/2007 é de 0 UFC/100 ml, deste modo podemos concluir que todas as águas á exceção da fonte de Sernada do Vouga apresentam valores muito acima do legislado.

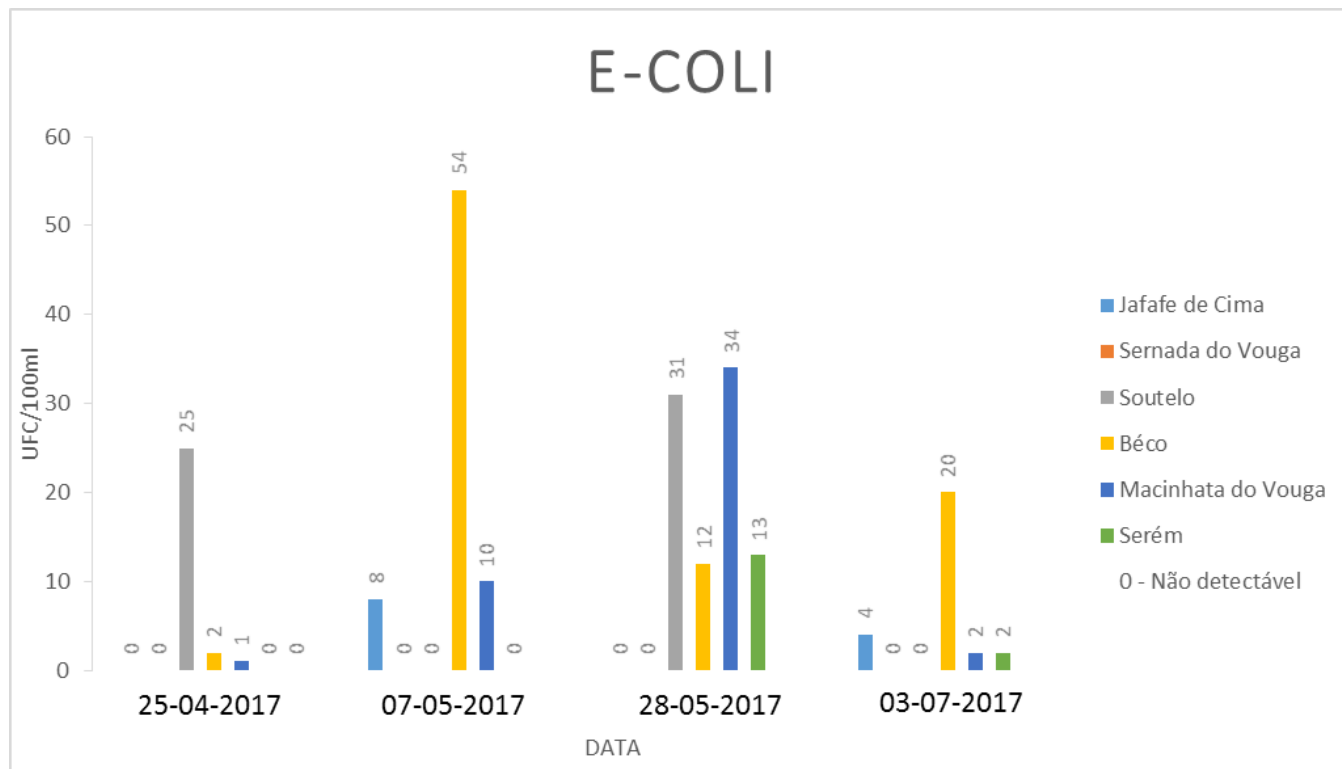


Figura 14 - Variação da *E. coli* nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

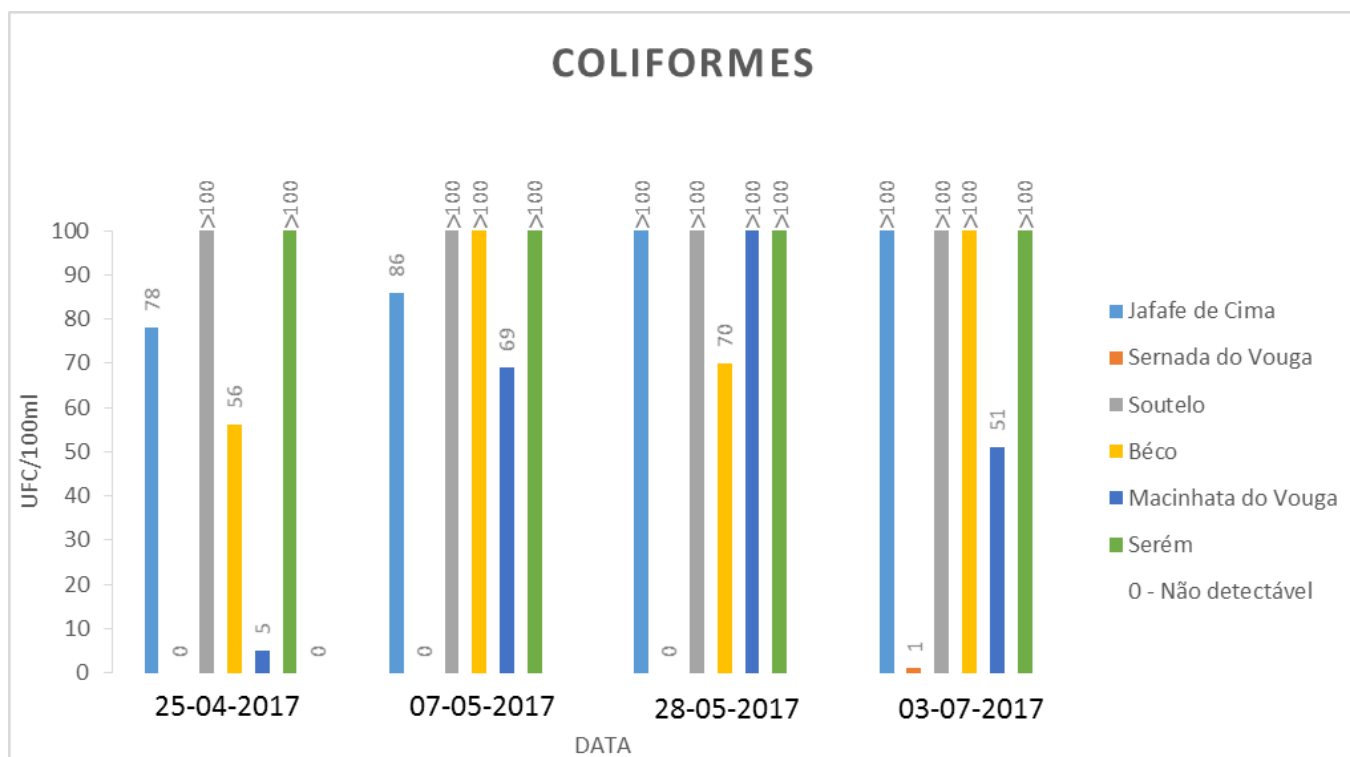


Figura 15 - Variação dos Coliformes nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

5.6. Clostrídios sulfito-redutores

Os esporos das bactérias anaeróbias sulfito-redutoras (Clostrídio) estão presentes no ambiente de forma muito alargada. Presente na matéria fecal, águas residuais e solo. Ao contrário das bactérias Coliformes e da *E. coli*, os esporos sobrevivem na água durante muito tempo (maior resistência aos fatores químicos e físicos). É assim, um bom indicador de poluição remota ou intermitente.

A Figura 16 mostra os resultados das análises efetuadas às águas dos fontanários, e que revela alguma intermitência, pois a fonte do Béco apresentou valores positivos na segunda análise e voltou a apresentar, mas em menor número, na quarta análise, a fonte de Soutelo apresentou valores positivos na terceira análise e a fonte de Serém apresentou valores positivos na quarta análise, as restantes fontes não apresentaram resultados positivos à presença de Clostrídios nas análises realizadas.

Concluimos assim que estes resultados poderão dever-se ao facto de haver poluição das águas local e temporal, não sendo assim constante, pois os valores positivos observados não apresentam uma tendência. Segundo o Decreto-Lei n.º 306/2007, o valor limite para os Clostrídios sulfito-redutores é de 0 UFC/100 ml, logo as fontes que apresentam resultados acima deste valor encontram-se fora dos limites legislados, não sendo seguras para o consumo humano.

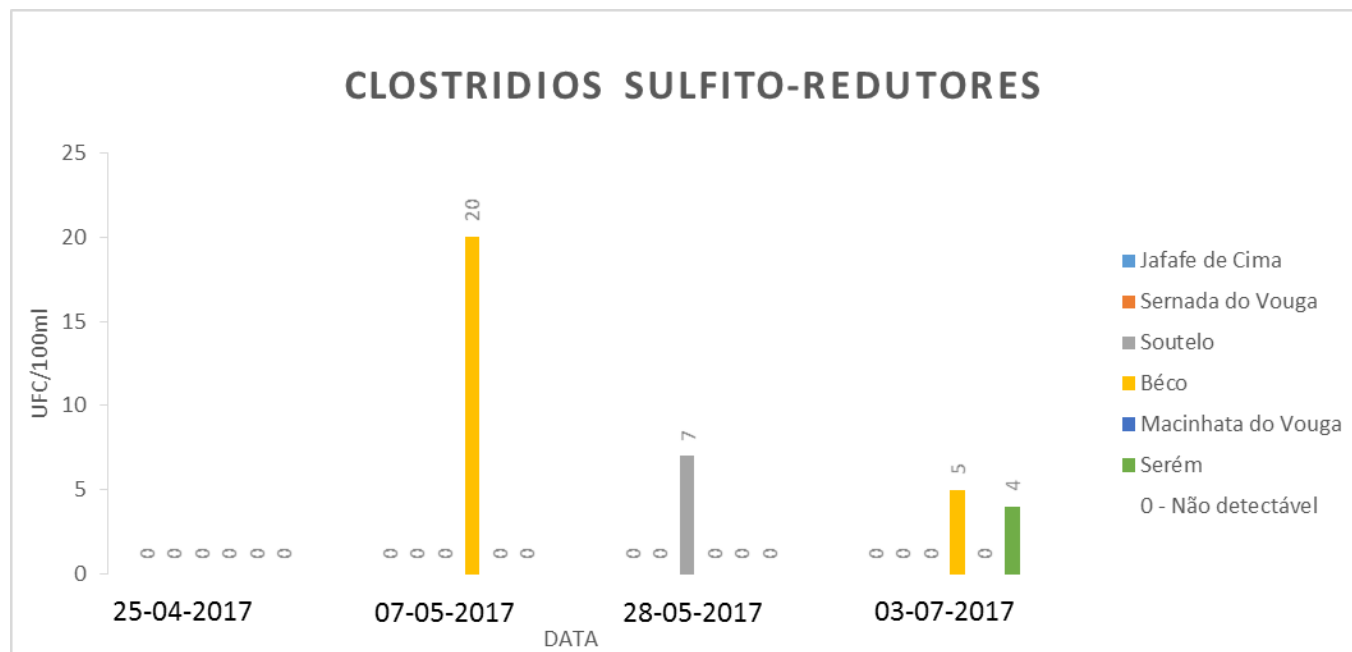


Figura 16 - Variação dos Clostrídios sulfito-redutores nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

5.7. Enterococos

A maioria das espécies de enterococos não se multiplica em ambientes aquáticos, no entanto, na ausência de poluição fecal direta, alguns enterococos intestinais isolados na água, podem ter origem em outros habitats, nomeadamente o solo. Para além de indicadores de poluição fecal, são ainda considerados como bons indicadores após reparação ou intervenção no sistema de distribuição. O número de Enterococos intestinais em fezes humanas é geralmente numa ordem de grandeza menor do que a de *E. coli* e tendem a sobreviver mais tempo em ambientes aquáticos, sendo mais resistentes à desinfecção por cloro (APDA).

Os resultados obtidos para este parâmetro, visíveis na Figura 17 indica-nos que houve uma certa poluição local e temporal, pois na primeira e na segunda análise todas as fontes apresentam resultados negativos, já na terceira análise a fonte de Soutelo e de Macinhata do Vouga apresentaram um número muito significativo de enterococos, o qual já não se observa na quarta análise. Contudo, a água da fonte do Béco apresenta um crescimento significativo na quarta análise, enquanto que nas anteriores análises o resultado foi negativo. A quarta e última análise efetuada aos fontanários apresenta valores positivos para todas as águas, com exceção da fonte de Sernada do Vouga. Concluimos assim que relativamente ao valor imposto pelo Decreto-Lei n.º 306/2007, que todas as fontes à exceção da de Sernada do Vouga apresentam valores acima dos legislados 0 UFC/100 ml.

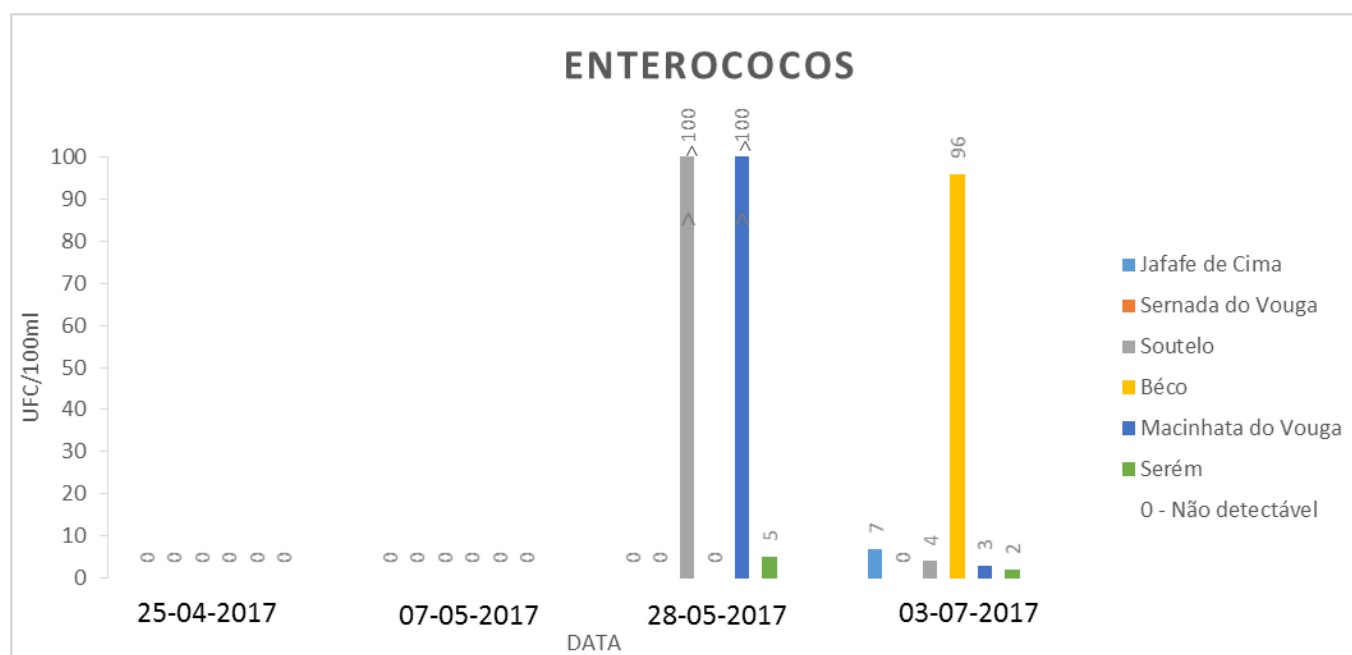


Figura 17 - Variação dos Enterococos nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

5.8. Estafilococos

Os estafilococos são bactérias saprófitas da pele e fanera (como por exemplo da unha) do Homem pelo que são considerados bons indicadores de contaminação inter-humana. O cloro apresenta uma ação irritante sobre as mucosas levando a um efeito de maior virulência destas bactérias.

Na primeira análise (Figura 18), as águas dos fontanários analisados não apresentam crescimento para os estafilococos. Contudo, na segunda análise efetuada, a água da fonte do Béco regista a presença de um crescimento muito acentuado (>100 UFC/100ml), o qual diminui nas restantes amostragens efetuadas na água do fontanário. A fonte de Soutelo apresenta um ligeiro crescimento na segunda análise, e na terceira análise cresce bruscamente, na quarta análise volta a não haver crescimento. A água da fonte de Macinhata do Vouga apresenta crescimento bacteriano nas 3 últimas recolhas de água. Pelo contrário, a água da fonte de Jafafe de Cima e de Sernada do Vouga não apresenta crescimento de estafilococos ao longo das 4 análises efetuadas às águas.

Concluimos assim que poderá ter havido uma possível poluição num certo espaço de tempo em cada uma das fontes contaminadas e que posteriormente esta poluição estaria a desaparecer.

Por fim todos os valores das fontes á exceção da fonte de Jafafe de Cima e de Sernada do Vouga, encontram-se fora dos limites legislados, pois segundo o Decreto-Lei n.º 306/2007, o valor limite para os estafilococos é de 0 UFC/100 ml.

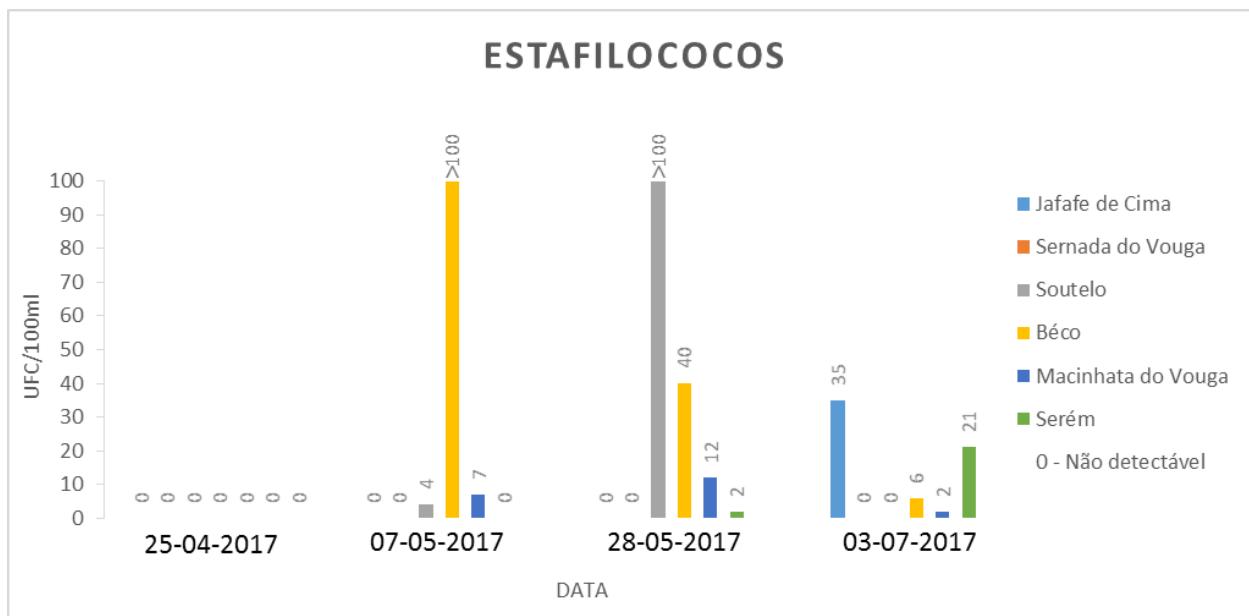


Figura 18 - Variação dos Estafilococos nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

5.9. Catiões (Sódio, Potássio, Cálcio, Magnésio)

Pela análise dos resultados obtidos para os catiões, é possível verificar que não se verifica uma oscilação significativa das concentrações nas quatro amostragens realizadas para cada um dos fontanários, seguindo assim a mesma tendência ao longo do tempo.

Não se observou uma alteração significativa em nenhuma das análises, mas os resultados em cada catião para cada fonte apresentam valores muito distintos, o que nos dá a entender que as características das águas subterrâneas ou subsuperficiais são muito distintas de fonte para fonte.

Verificamos que a concentração máxima para o sódio (Figura 19) foi de 27,3 mg/L (na fonte de Jafafe de Cima, quarta análise) e a concentração mínima foi de 4,0 mg/L (fonte de Sernada do Vouga, primeira análise). A concentração de potássio (Figura 20) variou entre os 0,6 mg/L (fonte de Soutelo, segunda análise) e os 9,8 mg/L (fonte do Béco, primeira análise). O cálcio (Figura 21) apresentou uma variância entre os 1,1 mg/L (fonte de Soutelo, quarta análise) e os 21,8 mg/L (fonte do Béco, segunda análise). Para o magnésio (Figura 22) a concentração variou entre os 1,2 mg/L (fonte de Sernada do Vouga, terceira análise) e os 6,5 mg/L (fonte de Serém, segunda análise).

O Decreto-Lei n.º 306/2007 apenas estipula valores limite para o sódio, que é de 200 mg/L. Os outros catiões (potássio, cálcio e magnésio) não estão regulamentados, pois não apresentavam nem concentrações nem presença nas águas com relevo para que os seus valores limite fossem legislados. Contudo, segundo o Decreto-Lei n.º 306/2007, mesmo não havendo valores limite, o cálcio não é desejável que tenha uma concentração superior a 100 mg/L e no caso do magnésio não é desejável que tenha uma concentração superior a 50 mg/L.

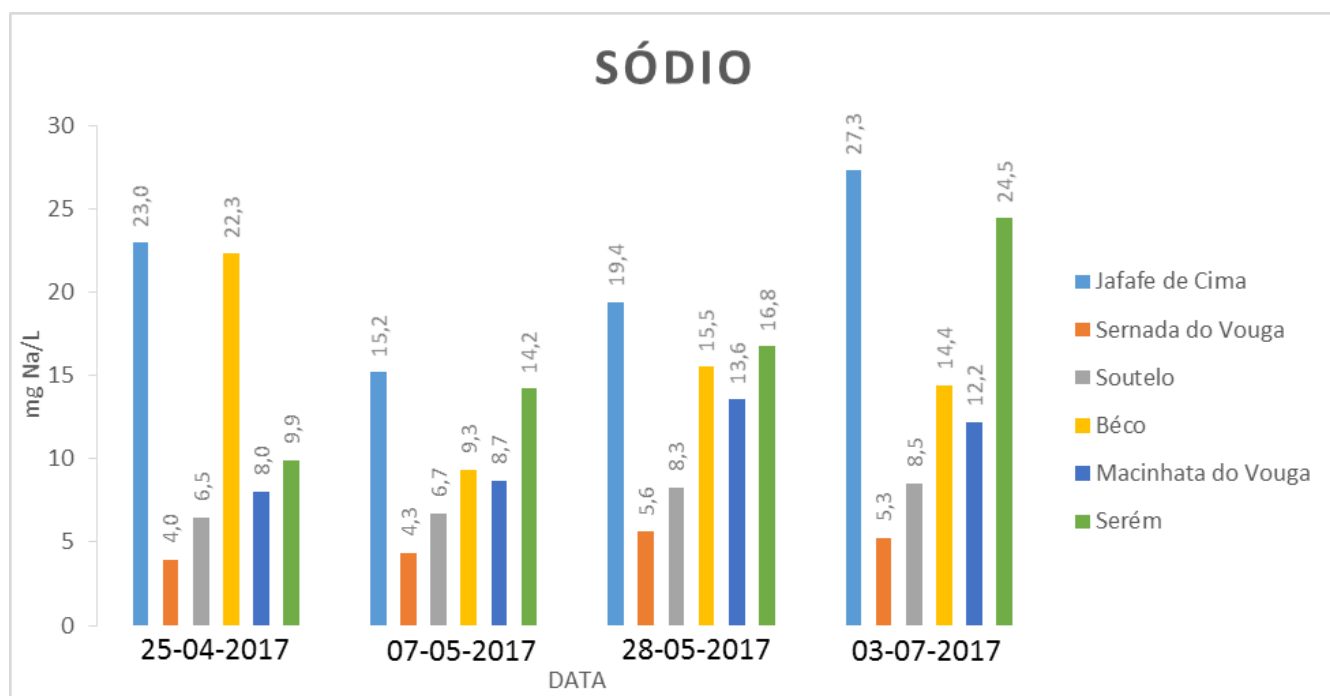


Figura 19 - Variação da concentração de sódio nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

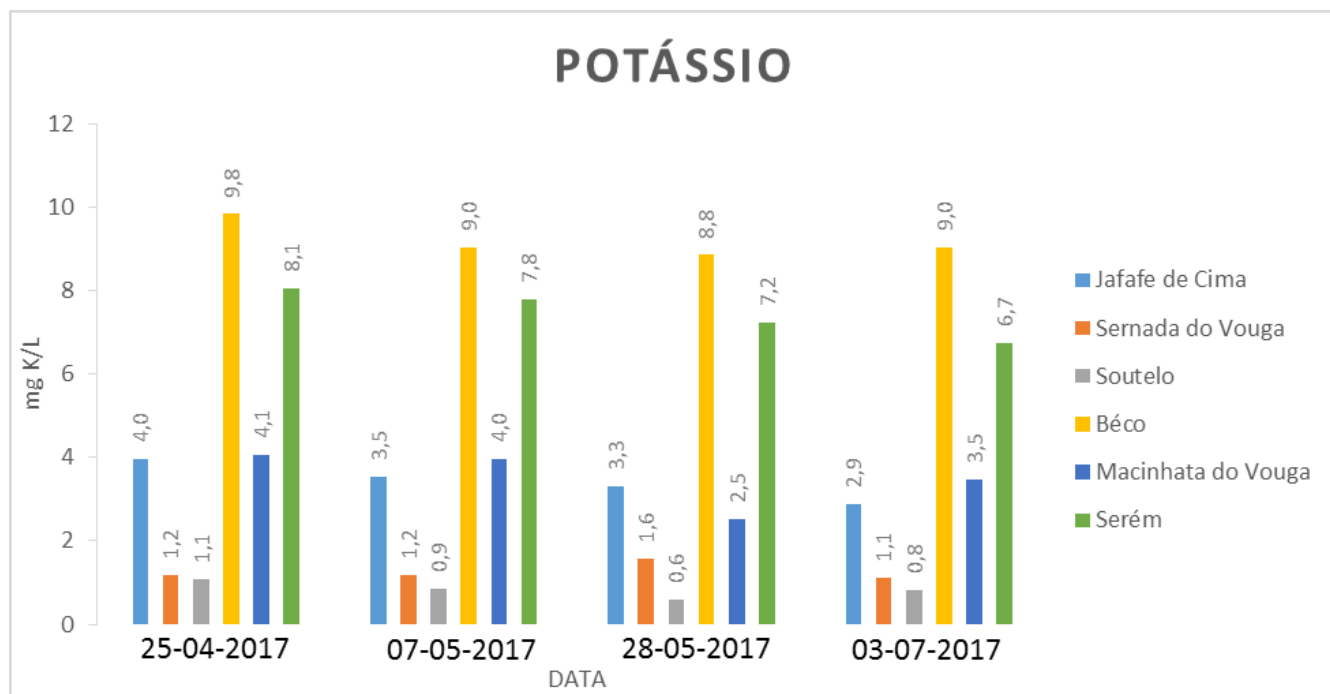


Figura 20 - Variação da concentração de potássio nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

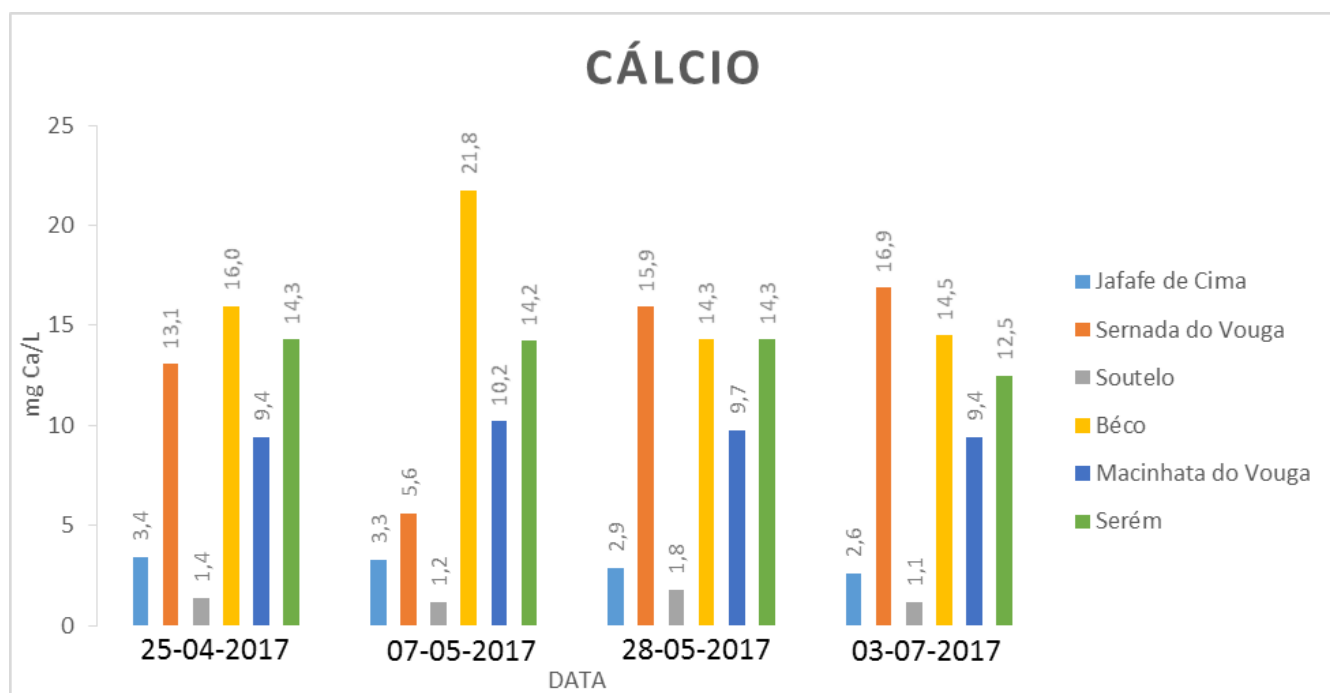


Figura 21 - Variação da concentração de cálcio nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

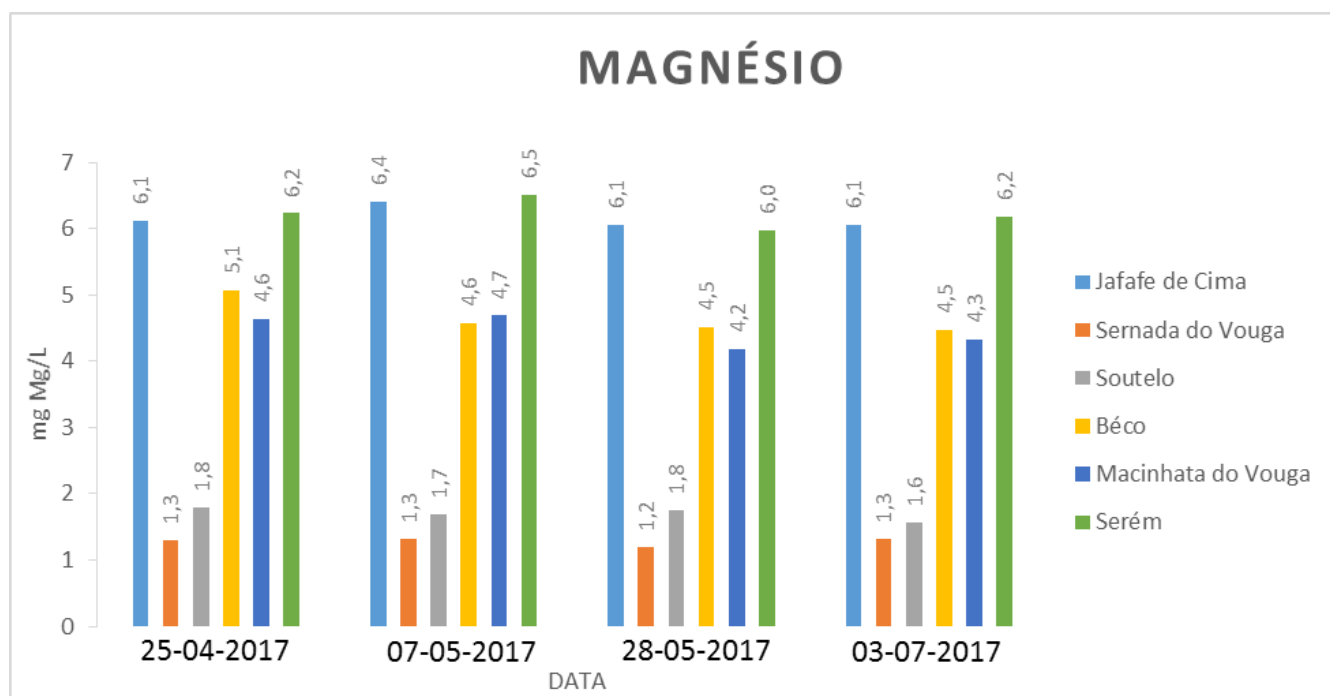


Figura 22 - Variação da concentração de magnésio nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

5.10. Aniões (Fluoretos, Cloretos, Nitritos, Brometos, Nitratos, Fosfatos, Sulfatos)

Na Figura 23 estão indicadas as concentrações obtidas para o ião fluoreto para cada uma das águas dos fontanários e das amostragens realizadas. Verifica-se que apenas para águas das amostras das fontes de Jafafe de Cima e de Macinhata do Vouga apresentam valores superiores ao valor limite de quantificação. A fonte de Jafafe de Cima apresenta valores só na terceira análise, mantendo-se inferior ao limite de quantificação em todas as outras. Este facto poderá ter acontecido devido a neste espaço de tempo ter ocorrido uma utilização mais intensiva do uso de pesticidas fosfatados na atividade agrícola. No caso da fonte de Macinhata do Vouga, esta apresenta um valor de certa forma constante da primeira análise para a segunda, de seguida apresenta um valor inferior ao limite de quantificação na terceira análise, e voltando a manifestar um valor na quarta análise, mesmo este sendo muito pequeno. Este facto poderá ser devido ao mesmo já descrito anteriormente. Em relação ao valor legislado pelo Decreto-Lei n.º 306/2007, este é de 1,5 mg/L, logo todas as fontes encontram-se dentro deste limite.

Os cloretos (Figura 24) apresentam variações de concentração muito pequenas entre amostragem para a mesma fonte e oscilações significativas na concentração entre fontanários. A concentração do ião cloreto varia entre os 9,0 mg/L (fonte de Sernada do Vouga, primeira análise) e os 34,3 mg/L (fonte de Jafafe de Cima, quarta análise). A presença de cloretos nas águas de consumo pode ser proveniente das descargas de águas residuais urbanas e industriais, e ainda do próprio solo. A proximidade do mar pode também contribuir para um aumento da concentração salina. O valor limite segundo o Decreto-Lei n.º 306/2007 para os cloretos é de 250 mg/L, logo todas as águas se encontram dentro do valor legislado. Relativamente aos nitritos e brometos, todas as amostras apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação.

Os nitratos (Figura 26) apresentam uma tendência da primeira para a segunda análise, mas na terceira análise ocorre um ligeiro decréscimo, e de seguida na quarta análise os valores voltam a sofrer um crescimento. Isto poderá ter ocorrido devido à não utilização de tantos fertilizantes naquele espaço de tempo, ou até mesmo pela redução da exploração animal, podendo também ter ocorrido uma menor descarga de águas residuais domésticas. O valor dos nitratos varia entre 2,5 mg/L (fonte de Soutelo, terceira análise) e os 37,3 mg/L (fonte do Béco, primeira análise). As concentrações determinadas

encontram-se dentro dos valores legislados, pois segundo o Decreto-Lei n.º 306/2007, o valor máximo admitido para os nitratos é de 50 mg/L.

Por último os sulfatos, que podem sofrer alterações significativas em função da atividade agrícola praticada na zona envolvente. Pela observação dos dados, é de salientar grandes variações entre os fontanários (Jafafe de Cima, de Sernada do Vouga e de Soutelo) e os fontanários (Béco, Macinhata do Vouga e Serém). Isto poderá querer dizer que houve um grande uso de produtos contendo sulfatos e posteriormente uma pausa. É ainda visível no gráfico que este não segue uma linha, podemos concluir que em diferentes zonas e em tempos diferentes a atividade agrícola foi praticada com maior intensidade. As concentrações variam entre 0,006 mg/L (fonte de Sernada do Vouga, terceira análise) e 29,2 mg/L (fonte de Macinhata do Vouga, quarta análise). Em conclusão afirmamos que estes comprem os limites legais legislados pelo Decreto-Lei n.º 306/2007, pois para os sulfatos o limite é de 250 mg/L, e nenhuma das nossas amostras ultrapassa esse valor.

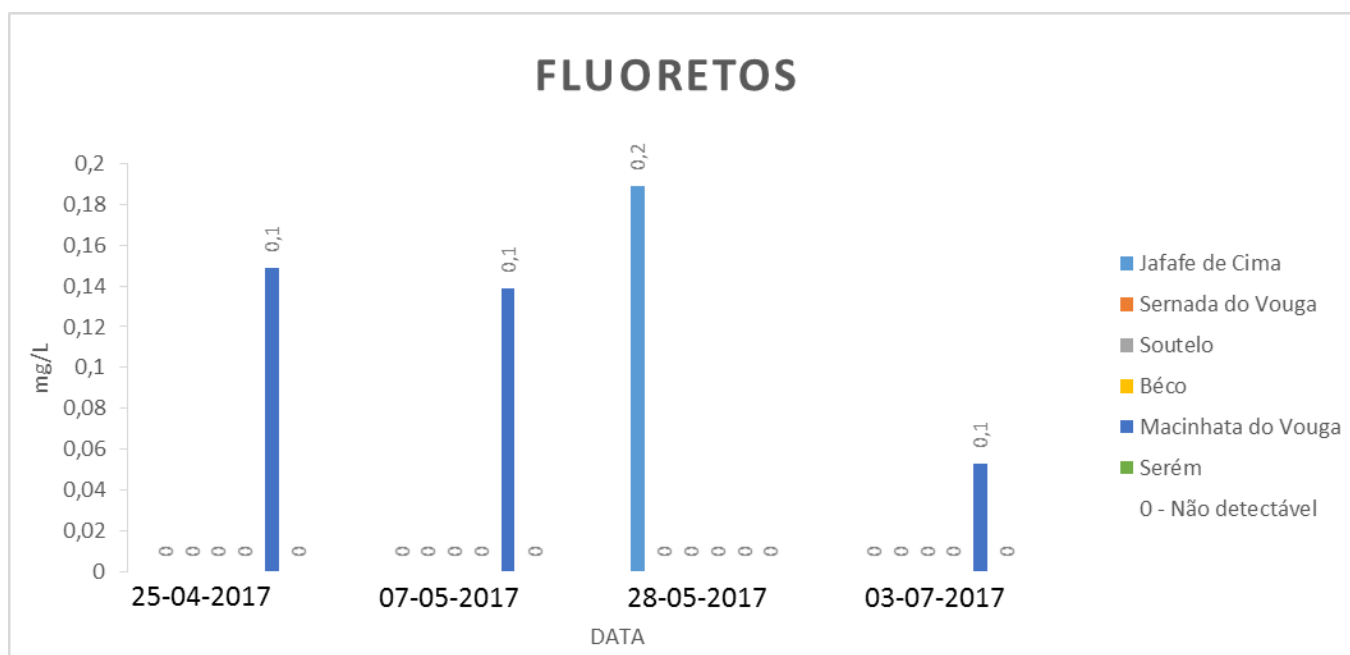


Figura 23 - Variação da concentração de fluoretos nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

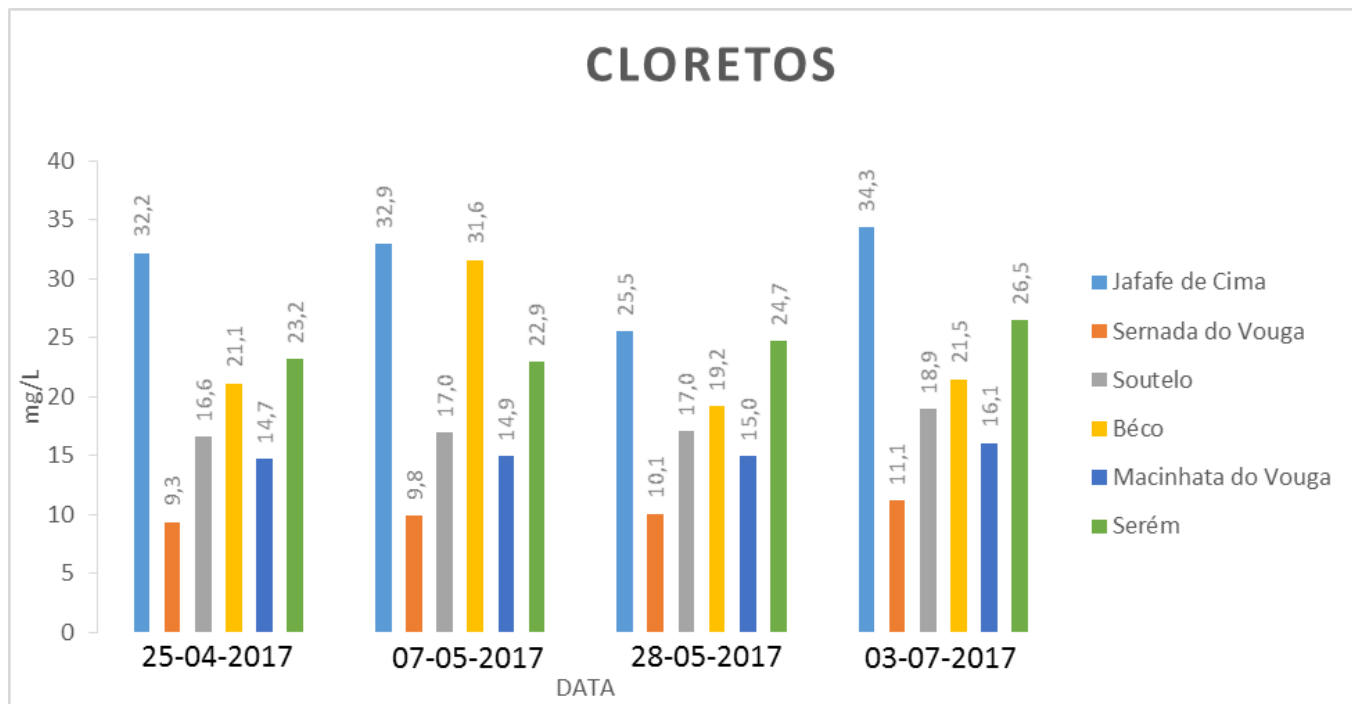


Figura 24 - Variação da concentração de cloretos nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

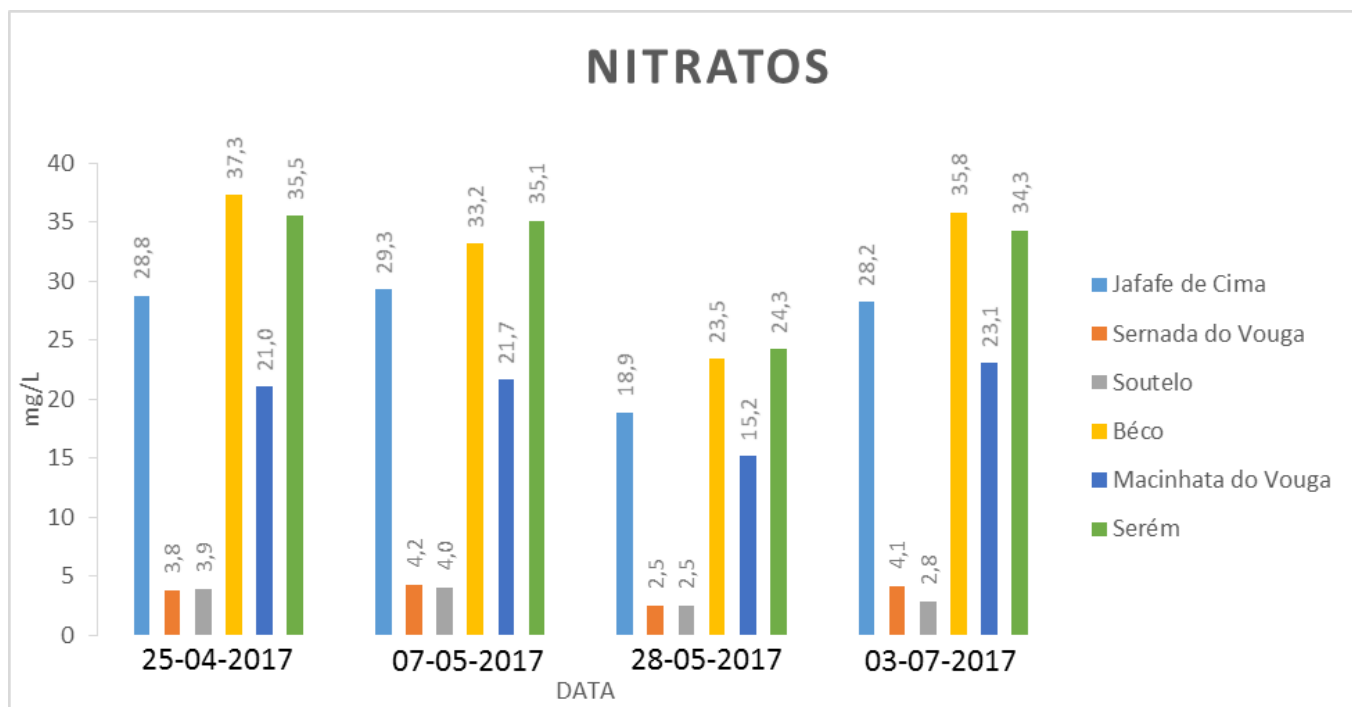


Figura 25 - Variação da concentração de nitratos nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

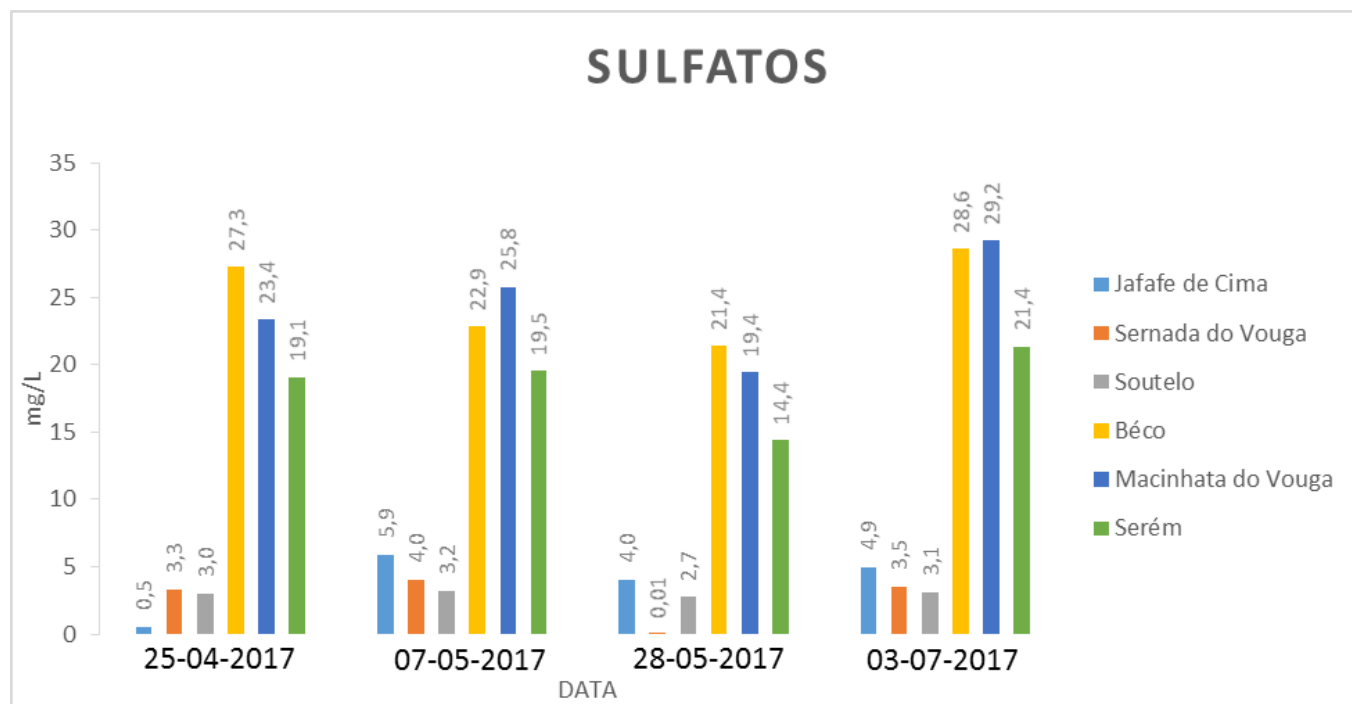


Figura 26 - Variação da concentração de sulfatos nos seis fontanários (25 de abril de 2017 a 3 de julho de 2017)

6. CONCLUSÃO

É de enorme evidência que todos os fontanários exceto o fontanário de Sernada do Vouga, apresentam uma qualidade imprópria para consumo humano em todas as recolhas. Apesar de apresentarem o cumprimento dos critérios físico-químicos, os critérios microbiológicos apresentam sempre resultados fora dos limites legislados, o que origina uma água imprópria para consumo humano.

Em observação de todos os resultados obtidos podemos concluir que maior parte da contaminação das águas deve-se à má conduta do Ser Humano. A poluição das linhas de água destes fontanários é um problema preocupante, pois sendo estas fontes usadas por tanta gente, os seus critérios microbiológicos evidenciam problemas de qualidade.

Por vezes a população deixa de ter na consciência que a água é imprópria para consumo e continua a fazer uso dela, por vezes nem sabendo que poderá ter sérios problemas de saúde ao utilizar diretamente ou indiretamente aquela água. Em alguns fontanários é visível a colocação de placas com a inscrição, “água de origem não controlada”, mas será isso o suficiente? Claro que não, a despreocupação dos órgãos competentes em ter um recurso tão abundante, ainda, nesta freguesia e não o ter em melhores condições, mesmo sabendo que grande parte da população faz uso desse recurso é de uma enorme irresponsabilidade.

Poderia haver de facto uma maior consciencialização da população por parte das entidades competentes em relação às questões ambientais, que muitas vezes não são cumpridas ou até mesmo um imenso alerta do quanto a saúde pública pode ser posta em risco.

É obrigação da junta de freguesia preocupar-se mais com este problema, não basta só a colocação de placas com inscrição, é preciso tentar perceber o porquê de estar assim, conseguir detetar o problema e solucioná-lo deveria ser uma prioridade de qualquer executivo.

Será essencial garantir água em quantidade e em qualidade suficiente para não correr o risco de pôr em causa a saúde pública e a qualidade de vida da população. Pequenos gestos do dia-a-dia podem transformar-se numa grande ajuda para minimizar a poluição das águas. Simples contributos que todos nós podemos dar, poderão no fim resultar numa melhor forma de gerir a água e de preservar este tão grande recurso que é a água potável.

O futuro da espécie humana pode depender de como iremos gerir os recursos naturais no presente. Sendo a água um destes principais recursos, todo o ser humano devia de ter na consciência o quanto pratica a violência contra a natureza pondo em causa este recurso.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de futuramente ser utilizado como ferramenta de trabalho na Freguesia de Macinhata do Vouga. Neste sentido, espero vir a ter a possibilidade de trabalhar mais a questão da qualidade destas águas, ou até de outras, mas com a finalidade de melhorar seriamente a sua qualidade, de modo a tornar mais seguro o seu consumo. Espero num futuro muito próximo dar assim continuidade a este trabalho, pois é tão fácil fazer o bem de forma tão descomplicada.

7. BIBLIOGRAFIA

- Skoog, Douglas; West, Donald; Holler, James - Fundamentos de Química Analítica. 7ª Edição. MC GRAW HILL, 2001. ISBN: 9789701033586
- Beaty, Richard; Kerber, Jack - Concepts, Instrumentation and Techniques in Atomic Absorption Spectrophotometry. Second Edition. The Perkin-Elmer Corporation, 1993.
- Decreto-Lei n.º 306/2007. D.R. I Série. 164 (2007-08-27)
- NP ISO 6222. 1999, Water quality - Enumeration of culturable micro-organisms -- Colony count by inoculation in a nutrient agar culture medium
- NP ISO 9308-1. 2000, Water quality - Detection and enumeration of Escherichia coli and coliform bacteria: Part 1: Membrane filtration method
- Norma NP EN 26 461-2. 1994, Detection and enumeration of the spores of sulfite-reducing anaerobes (Clostridia): Part 2: Method by membrane Filtration
- Norma ISO 7899-2. 2000, Water quality - Detection and enumeration of intestinal enterococci: Part 2: Membrane filtration method
- Norma NP 4343. 1998, Water quality - Detection and enumeration of Staphylococci

8. WEBGRAFIA

- Agência Portuguesa do Ambiente [Consultado em 07. Outubro. 2017]. Disponível em <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=15&sub3ref=93>
- Santos Elsa - Tese Mestrado em processos Químicos e Biológicos [Consultado em 07. Outubro. 2017]. Disponível em http://files.isec.pt/DOCUMENTOS/SERVICOS/BIBLIO/Teses/Tese_Mest_Elsa-Santos.pdf
- Escritos Dispersos - Coliformes fecais como indicadores microbiológicos de contaminações nos alimentos, [Consultado em 08. Outubro. 2017]. Disponível em <http://escritosdispersos.blogs.sapo.pt/274228.html>
- APDA - FT-QI-15-Nitratos, [Consultado em 08. Outubro. 2017]. Disponível em http://www.apda.pt/site/ficheiros_eventos/201302261001-ft_qi_15_nitratos.pdf
- IPAC - Anexo Técnico de Acreditação N° L0242-2, [Consultado em 09. Outubro. 2017]. Disponível em http://www.epal.pt/EPAL/docs/default-source/produtos-e-servi%C3%A7os/laborat%C3%B3rios-de-ensaio-e-amostragem/anexo-t%C3%A9cnico-10242-2_vale-da-pedra.pdf?sfvrsn=2
- Câmara Municipal de Águeda – Freguesia de Macinhata do Vouga, [Consultado em 09. Outubro. 2017]. Disponível em <https://www.cm-agueda.pt/pages/96#.WecjL1tSzIU>
- Accuweather – Tempo atmosférico em Macinhata do Vouga [Consultado em 25. Outubro. 2017]. Disponível em <https://www.accuweather.com/pt/pt/macinhata-do-vouga/863126/may-weather/863126?monyr=5/1/2017&view=table>
- Elementos de Química Física – pH: Definição e Medição, [Consultado em 26. Outubro. 2017]. Disponível em <http://elementosqf.blogspot.pt/2007/11/definio-de-ph-representa-grandeza-fsico.html>
- Frilabo – Protocolos, [Consultado em 08. Outubro. 2017]. Disponível em <http://www.frilabo.pt/homepage/protocolos>
- Portal do Ambiente e do Cidadão – Algumas curiosidades sobre a água, [Consultado em 11. Outubro. 2017]. Disponível em <http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/agua/mais-informacao-1/mais-informacao/algumas-curiosidades-sobre-a-agua/view>
- IPMA – Tempo atmosférico em Macinhata do Vouga [Consultado em 25. Outubro. 2017]. Disponível em <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/index.jsp>
- APA – Atlas do Ambiente, Carta de Acidez e Alcalinidade dos Solos, [Consultado em 06. Dezembro. 2017]. Disponível em <http://googleearthpt.blogspot.pt/2009/04/atlas-do-ambiente-carta-de-acidez-e.html>

9. ANEXOS

Jafafe de Cima		DL n.º 306/2007				
Data de Recolha			25-04-2017	07-05-2017	28-05-2017	03-07-2017
Hora de recolha			19:40h	20:05h	19:55h	08:25h
Ph		≥6,5 e ≤9	5,352	5,171	5,340	5,185
Condutividade (µS)		2500	239	251	226	217
Germes	22°C	100	0	67	>100	52
	37°C	20	0	0	32	10
E-Coli		0	0	8	0	4
Coliformes		0	78	86	>100	>100
Clostridium		0	0	0	0	0
Enterococos		0	0	0	0	7
Estafilococos		0	0	0	0	35
Sódio (mg/l)		200	22,974	15,183	19,412	27,336
Potássio (mg/l)		-	3,951	3,543	3,292	2,877
Cálcio (mg/l)		100	3,409	3,267	2,860	2,610
Magnésio (mg/l)		50	6,123	6,403	6,061	6,062
Fluoretos (mg/l)		1,5	0	0	0,189	0
Cloretos (mg/l)		250	32,194	32,934	25,506	34,324
Nitritos (mg/l)		0,5	0	0	0	0
Brometos (mg/l)			0	0	0	0
Nitratos (mg/l)		50	28,778	29,292	18,892	28,195
Fosfatos (mg/l)			0	0	0	0
Sulfatos (mg/l)		250	0,540	5,9	4	4,914

Tabela 1 - Resultados da fonte de Jafafe de Cima

Sernada do Vouga		DL n.º 306/2007				
Data de Recolha			25-04-2017	07-05-2017	28-05-2017	03-07-2017
Hora de recolha			19:30h	20:10h	20:00h	08:30h
Ph		≥6,5 e ≤9	7,446	7,281	7,368	7,133
Condutividade (μS)		2500	130,5	142,1	142,1	137,2
Germes	22°C	100	0	0	1	0
	37°C	20	0	0	1	0
E-Coli		0	0	0	0	0
Coliformes		0	0	0	0	1
Clostridium		0	0	0	0	0
Enterococos		0	0	0	0	0
Estafilococos		0	0	0	0	0
Sódio (mg/l)		200	3,953	4,343	5,606	5,273
Potássio (mg/l)		-	1,190	1,180	1,572	1,121
Cálcio (mg/l)		100	13,079	5,613	15,914	16,912
Magnésio (mg/l)		50	1,290	1,319	1,188	1,326
Fluoretos (mg/l)		1,5	0	0	0	0
Cloretos (mg/l)		250	9,309	9,836	10,064	11,133
Nitritos (mg/l)		0,5	0	0	0	0
Brometos (mg/l)			0	0	0	0
Nitratos (mg/l)		50	3,756	4,196	2,473	4,125
Fosfatos (mg/l)			0	0	8,325	0
Sulfatos (mg/l)		250	3,337	3,980	0,006	3,478

Tabela 2 - Resultados da fonte de Sernada do Vouga

Soutelo		DL n.º 306/2007				
Data de Recolha			25-04-2017	07-05-2017	28-05-2017	03-07-2017
Hora de recolha			20:00h	20:20h	20:10h	08:15h
Ph		≥6,5 e ≤9	5,036	5,13	5,311	4,92
Condutividade (µS)		2500	94,6	93,7	93	85,9
Germes	22°C	100	0	0	>100	33
	37°C	20	0	0	>100	12
E-Coli		0	25	0	31	0
Coliformes		0	200	>100	>100	>100
Clostridium		0	0	0	7	0
Enterococos		0	0	0	>100	4
Estafilococos		0	0	4	>100	0
Sódio (mg/l)		200	6,490	6,695	8,289	8,541
Potássio (mg/l)		-	1,088	0,859	0,576	0,827
Cálcio (mg/l)		100	1,366	1,178	1,785	1,140
Magnésio (mg/l)		50	1,789	1,694	1,761	1,557
Fluoretos (mg/l)		1,5	0	0	0	0
Cloretos (mg/l)		250	16,592	16,951	17,043	18,913
Nitritos (mg/l)		0,5	0	0	0	0
Brometos (mg/l)			0	0	0	0
Nitratos (mg/l)		50	3,924	3,956	2,499	2,777
Fosfatos (mg/l)			0	0	0	0
Sulfatos (mg/l)		250	2,976	3,158	2,735	3,125

Tabela 3 - Resultados da fonte de Soutelo

Béco		DL n.º 306/2007				
Data de Recolha			25-04-2017	07-05-2017	28-05-2017	03-07-2017
Hora de recolha			20:15h	20:28h	20:20h	08:10h
Ph		≥6,5 e ≤9	4,846	5,584	4,884	5,094
Condutividade (µS)		2500	307	324	275	269
Germes	22°C	100	0	>100	53	26
	37°C	20	0	22	0	5
E-Coli		0	2	54	12	20
Coliformes		0	56	>100	70	>100
Clostridium		0	0	20	0	0
Enterococos		0	0	0	0	96
Estafilococos		0	0	>100	40	6
Sódio (mg/l)		200	22,322	9,316	15,542	14,426
Potássio (mg/l)		-	9,831	9,039	8,848	9,025
Cálcio (mg/l)		100	15,976	21,769	14,301	14,522
Magnésio (mg/l)		50	5,065	4,578	4,505	4,467
Fluoretos (mg/l)		1,5	0	0	0	0
Cloretos (mg/l)		250	21,118	31,602	19,185	21,477
Nitritos (mg/l)		0,5	0	0	0	0
Brometos (mg/l)			0	0	0	0
Nitratos (mg/l)		50	37,324	33,220	23,462	35,834
Fosfatos (mg/l)			0	0	0	0
Sulfatos (mg/l)		250	27,269	22,869	21,421	28,586

Tabela 4 - Resultados da fonte do Béco

Macinhata do Vouga		DL n.º 306/2007				
Data de Recolha			25-04-2017	07-05-2017	28-05-2017	03-07-2017
Hora de recolha			20:30h	19:56h	19:50h	08:00h
Ph		≥6,5 e ≤9	4,737	4,756	4,72	5,075
Condutividade (µS)		2500	222	222	213	204
Germes	22°C	100	0	0	>100	2
	37°C	20	0	0	15	2
E-Coli		0	1	10	34	2
Coliformes		0	5	69	>100	51
Clostridium		0	0	0	0	0
Enterococos		0	0	0	>100	3
Estafilococos		0	0	7	12	2
Sódio (mg/l)		200	8,035	8,708	13,581	12,223
Potássio (mg/l)		-	4,063	3,951	2,510	3,478
Cálcio (mg/l)		100	9,421	10,209	9,731	9,375
Magnésio (mg/l)		50	4,631	4,687	4,177	4,320
Fluoretos (mg/l)		1,5	0,149	0,139	0	0,053
Cloretos (mg/l)		250	14,717	14,902	14,959	16,064
Nitritos (mg/l)		0,5	0	0	0	0
Brometos (mg/l)			0	0	0	0
Nitratos (mg/l)		50	21,039	21,674	15,186	23,087
Fosfatos (mg/l)			0	0	0	0
Sulfatos (mg/l)		250	23,400	25,793	19,422	29,206

Tabela 5 - Resultados da fonte de Macinhata do Vouga

Serém		DL n.º 306/2007				
Data de Recolha			25-04-2017	07-05-2017	28-05-2017	03-07-2017
Hora de recolha			20:35h	19:50h	19:40h	07:53h
Ph		≥6,5 e ≤9	5,899	5,982	5,910	6,196
Condutividade (µS)		2500	298	291	288	271
Germes	22°C	100	0	0	72	12
	37°C	20	0	0	6	6
E-Coli		0	-	0	13	2
Coliformes		0	>100	>100	>100	>100
Clostridium		0	0	0	0	4
Enterococos		0	0	0	5	2
Estafilococos		0	0	0	2	21
Sódio (mg/l)		200	9,891	14,248	16,754	24,467
Potássio (mg/l)		-	8,059	7,783	7,243	6,738
Cálcio (mg/l)		100	14,299	14,248	14,301	12,500
Magnésio (mg/l)		50	6,232	6,511	5,979	6,188
Fluoretos (mg/l)		1,5	0	0	0	0
Cloretos (mg/l)		250	23,228	22,926	24,684	26,451
Nitritos (mg/l)		0,5	0	0	0	0
Brometos (mg/l)			0	0	0	0
Nitratos (mg/l)		50	35,511	35,124	24,279	34,313
Fosfatos (mg/l)			0	0	0	0
Sulfatos (mg/l)		250	19,102	19,544	14,439	21,374

Tabela 6 - Resultados da fonte de Serém

Acidez e Alcalinidade dos Solos

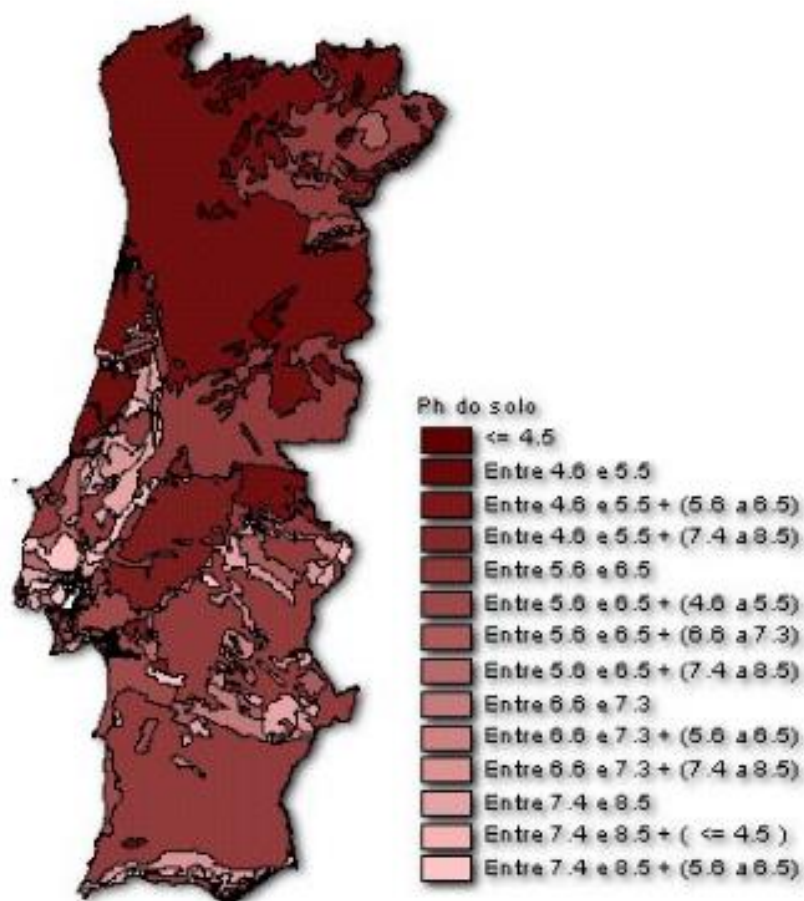


Figura 27 - Acidez e Alcalinidade dos Solos, Fonte: APA – Atlas do Ambiente